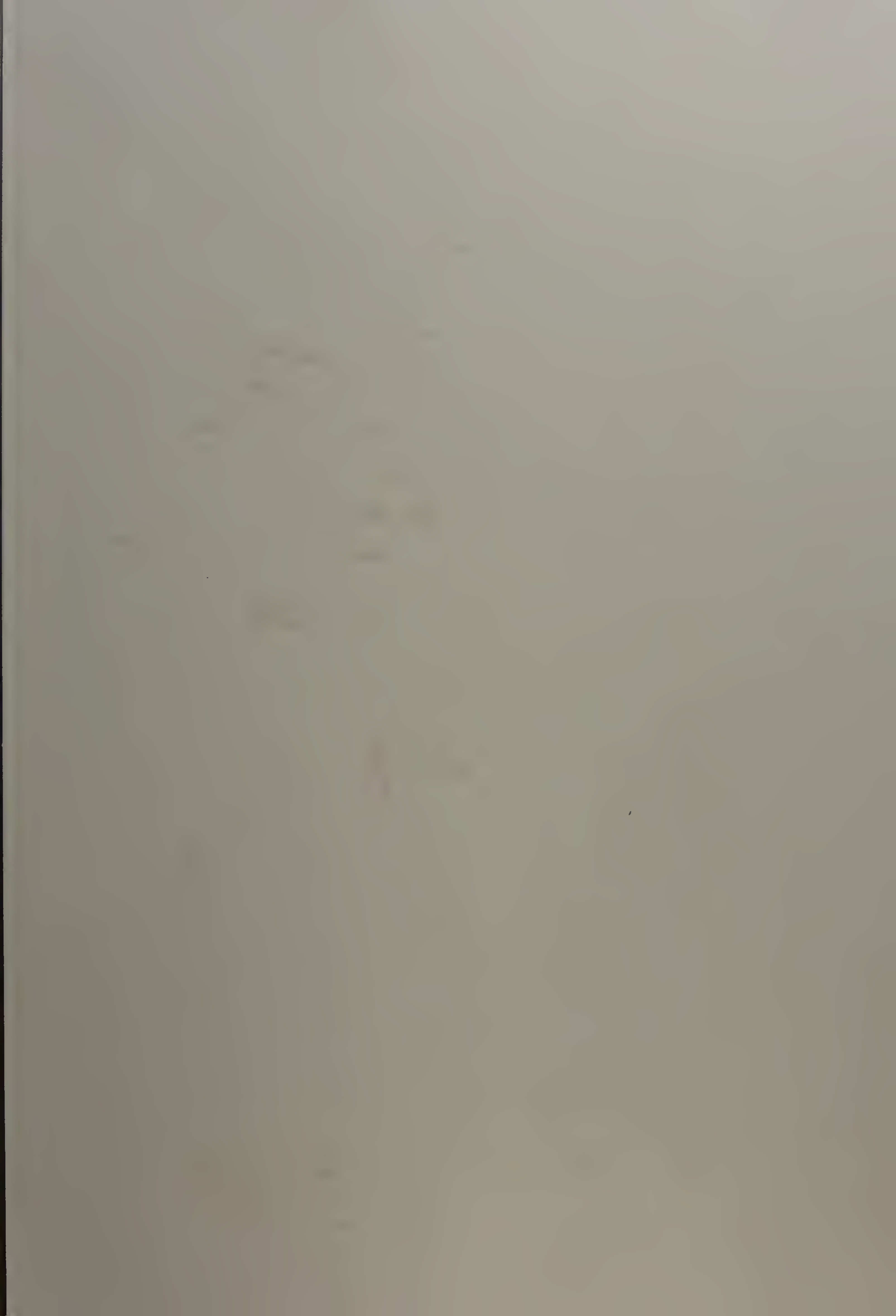
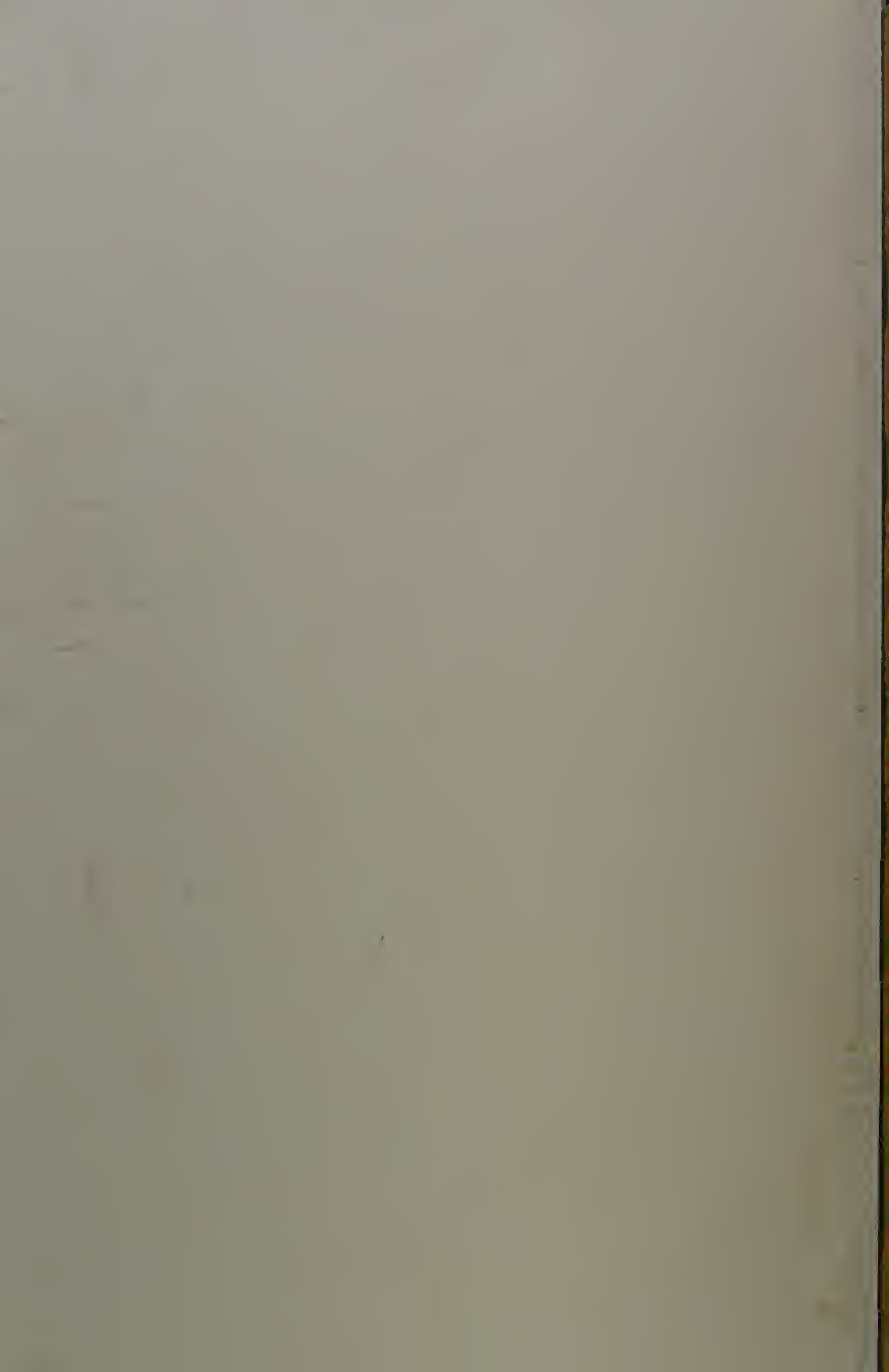




Mikroskopische Studien über Wachsthum und Wechsel der Haare.

Von Prof. **V. v. Ebner** in Graz.

(Mit 2 Tafeln und 1 Holzschnitt.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 20. Juli 1876.)

Aus dem LXXIV. Bande der Sitzb. der k. Akad. der Wissensch. III. Abth. Oct.-Heft Jahrg. 1876.

Aus dem LXXIV. Bande der Sitzb. der k. Akad. der Wissensch. III. Abth. Oct.-Heft Jahrg. 1876.

Mikroskopische Studien über Wachsthum und Wechsel der Haare.

Von Prof. **V. v. Ebner** in Graz.

(Mit 2 Tafeln und 1 Holzschnitt.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 20. Juli 1876.)

Bei den Untersuchungen, deren Resultate in den folgenden Blättern niedergelegt sind, schwebte mir vor Allem als Ziel vor, den anatomischen Bau des Haares und der inneren Wurzelscheide aus den Vorgängen beim Wachsthume mechanisch zu erklären.

Wenn man jedoch bedenkt, wie complicirt die in Betracht kommenden histologischen Verhältnisse sind, wie verschiedenartig die Zellformen sich darstellen, welche in zahlreichen übereinander gelagerten Schichten Haar und Wurzelscheiden zusammensetzen; so könnte es scheinen, dass ein derartiges Unternehmen wenig Aussicht auf Erfolg biete. Aber die Schwierigkeit, ein mechanisches Verständniss der Formen histologischer Elementartheile zu gewinnen, liegt zunächst nicht in der Mannigfaltigkeit derselben. Durch die wichtige Arbeit Lott's [1] ist der überraschende Nachweis geführt, dass die vielgestaltigen, in geschichteten Pflasterepithelien vorkommenden Zellformen von den Rudiment- und Keulenzellen angefangen durch die facettirten Flügelzellen hindurch bis zu den abgeplatteten Elementen der Oberfläche, sich in einfachster Weise mechanisch aus den Wachsthumsvorgängen erklären lassen. Die erwähnte Schwierigkeit liegt vielmehr darin, dass es bisher meistens unmöglich ist, einmal die Punkte zu ermitteln und in ihrem Zusammen-

[1] G. Lott, Über den feineren Bau und die physiologische Regeneration der Epithelien. Untersuchungen aus dem Institute für Physiologie und Histologie in Graz. Herausgegeben von A. Rollett. Leipzig 1873. Ferner Rollett in Sitzb. des Vereins d. Ärzte in Steiermark. XI. Jahrgang 1874, pag. 4.

hange zu übersehen, an welchen die das Wachsthum der Gewebe wesentlich bestimmenden Zellvermehrungen stattfinden und zweitens sich darüber eine Vorstellung zu bilden, welche Form ein Elementartheil, unabhängig von seiner Umgebung gedacht, vermöge des Wachsthumes annehmen würde. Das Haar erweist sich nun mit Rücksicht auf diese Umstände als ein relativ günstiges Object. Was den ersten Punkt betrifft, so kann man als ziemlich sicher annehmen, dass beim Haare die Vermehrung der Zellen gerade so, wie bei geschichteten Epithelien nur von den Elementen ausgehe, welche unmittelbar der bindegewebigen Unterlage aufsitzen. Bezüglich des zweiten Punktes möchte ich Folgendes bemerken:

Es ist in histogenetischen Schriften vielfach von einem Auswachsen der Zellen in bestimmten Richtungen die Rede, wobei offenbar daran gedacht wird, dass die unregelmässige Gestaltung und Volumsvermehrung nicht das Resultat der von aussen auf den Protoplasmakörper wirkenden Kräfte, sondern der Erfolg von Wachsthumsvorgängen sei, welche ausschliesslich im Innern des Protoplasmas vor sich gehen. Dass ein solches Auswachsen in der That vorkommt, ist nach den Erfahrungen, welche man an einzelligen Organismen und an nicht zu Geweben verbundenen Elementartheilen höherer Thiere machen kann, kaum zu bezweifeln. In einem Gewebe aber, dessen Elementartheile in fester Verbindung stehen, ist bei dem Umstande, dass die Vorgänge im Innern des Protoplasmas einer genaueren mechanischen Einsicht vorderhand unzugänglich sind, nicht zu entscheiden, wie viel bei der Formänderung der Zellen auf Rechnung des Auswachsens einerseits, auf die von der Umgebung ausgehenden Kräfte anderseits, zu setzen sei. Bei den Epithelien scheint aber häufig der günstige Fall vorzuliegen, dass die Elementartheile vermöge ihres eigenen, von der Umgebung unabhängig gedachten Wachsthumes der Kugelform zustreben.

Für das geschichtete Epithel der Cornea ist diese Annahme nach den Untersuchungen Lott's dadurch gerechtfertigt, dass man in der That mit derselben ausreicht, um zu verstehen, wie die thatsächlich vorkommenden Zellformen entstanden sind. Die Annahme selbst ist aber einer directen Prüfung vorderhand nicht

zu unterwerfen, sie ist eine reine Hypothese. Es scheint aber, dass ein mechanisches Verständniss thierischer Gewebebildung vorläufig nur dort zu erreichen sei, wo die erwähnte Hypothese zu Grunde gelegt werden darf. Dass dieselbe auch für eine genauere Einsicht in die Vorgänge beim Wachsthum der Haare fruchtbar sein werde, glaubte ich schon beim Beginne dieser Studien voraussetzen zu dürfen.

So schien mir denn eine Aufgabe, welche für die meisten, zum Theil viel einfacher gebauten Gewebe und Organe vorderhand als völlig unlösbar bezeichnet werden muss, gerade für das Haar zugänglich zu sein. Wie weit dies gerechtfertigt war, müssen die folgenden Blätter ergeben.

In naturgemässer Weise schlossen sich an die Studien über das Wachsthum Untersuchungen über den Wechsel der Haare. Auch hier war mein Hauptaugenmerk auf den Mechanismus des Vorganges gerichtet. Dadurch ist es mir, wie ich hoffe, gelungen, zur Aufklärung der grossen Verwirrung, welche gegenwärtig in der Lehre vom Haarwechsel herrscht, Einiges beizutragen.

I. Anatomische Vorbemerkungen.

Ehe auf den eigentlichen Gegenstand dieser Abhandlung eingegangen wird, ist es nothwendig, einige Thatsachen aus der Anatomie der Haare kurz zu besprechen. Ich beginne mit den Wurzelscheiden.

Die äussere Wurzelscheide ist bekanntlich eine directe Fortsetzung der Epidermis und reicht, wie sich besonders an menschlichen Kopfhaaren deutlich sehen lässt, bis an das blinde Ende des Haarbalges. Von der Gegend der Talgdrüsen angefangen nach aufwärts zeigt die äussere Wurzelscheide alle Schichten der Epidermis, also auch eine deutliche Hornschicht; weiter nach abwärts besteht sie jedoch aus einem mehrschichtigen Zellenlager, das nur mehr dem *Stratum Malpighi* der Oberhaut entspricht. Gegen den Grund des Haarbalges nimmt die Zahl der Zellenschichten der äusseren Wurzelscheide rasch ab und in der Höhe der Papille ist dieselbe stets nur mehr ein- bis zweischichtig. Sie reicht aber, wenn auch oft sehr verdünnt und

abgeplattet, stets bis an die Basis der Papille, wie mich das sorgfältige Studium zahlreicher Längs- und Querschnitte von Haarbälgen überzeugte. (Vergl. Taf. I, Fig. 1, *B*, Fig. 5 und Fig. 10.)

Die innere Wurzelscheide (Fig. 1, *b*) ist am vegetirenden Haare stets mit einem zackigen Rande unterhalb der Einmündung der Talgdrüsen abgerissen (Fig. 1, *b'*). Bei genauerer Untersuchung überzeugt man sich aber, dass gewöhnlich einzelne abgerissene Stücke ihrer glashellen Plättchen längs des Haarschaftes über die genannte Stelle hinaus zu verfolgen sind. In der oberen Hälfte erscheint die innere Wurzelscheide am Längsschnitte als ein gleichmässiger, glänzender Streif, weiter nach abwärts lässt sich ein äusserer, schmaler, heller Streif unterscheiden, der etwas über der Papille scheinbar plötzlich aufhört, während die innere, breitere Partie der Scheide körnig trüb erscheint und nach abwärts sich in die Zellen fortsetzt, welche den Grund des Haarbalges ausfüllen. Der äussere, helle Streif stellt die sogenannte Henle'sche Schicht (Fig. 1, b_3), die innere körnige Partie, die sogenannte Huxley'sche Schicht (Fig. 1, b_2) der inneren Wurzelscheide mitsammt dem Oberhäutchen derselben dar. Die Stelle, wo die helle Henle'sche Schicht nach unten scheinbar plötzlich aufhört, liegt bei menschlichen Kopfhaaren ungefähr 0·38 Mm. über der Papillenbasis, während die Huxley'sche Schicht erst 1—1·2 Mm. über der Papillenbasis hell wird.

Die Henle'sche Schicht besteht bekanntlich aus kurzen, oben und unten abgestutzten, der Länge nach halbirten kernlosen, glashellen Spindeln, welche mit ihrer Längsaxe der Haaraxe parallel laufen, mit ihrer ebenen Fläche nach aussen an die äussere Wurzelscheide stossen, mit ihrer convexen Seite gegen den Haarschaft sehen, mit ihren oberen und unteren Enden fest aneinander hängen, an den Seiten aber vielfach Lücken zwischen sich lassen. Von der Fläche gesehen, hat daher diese Schicht das Ansehen einer gefensterten Haut. Wie diese zuerst von Henle beschriebenen Lücken noch in neuerer Zeit als Täuschung und Kunstproducte erklärt werden konnten, ist mir schwer begreiflich; denn nicht nur an Insolationspräparaten, sondern auch an Schnitten gut gehärteter Präparate sieht man

die Löcher stets so deutlich, dass ihre regelmässige Existenz nicht zu bezweifeln ist.

Isolirt man die Zellen der Henle'schen Schicht durch kurzes Kochen in verdünnter Natronlauge, so überzeugt man sich leicht, dass die Ränder vielfach facettenartige Eindrücke besitzen, welche von den Nachbarzellen herrühren.

Von besonderer Wichtigkeit ist es nun, darüber sich Gewissheit zu verschaffen, wie die Henle'sche Schicht am Grunde des Haarbalges sich verhält. Es wurde früher erwähnt, dass dieselbe ober der Papille plötzlich aufzuhören scheint, was zu der Meinung veranlassen könnte, dieselbe stehe überhaupt nicht mit dem Grunde des Haarbalges in Zusammenhang, sondern bestamme von der äusseren Wurzelscheide ab. In der That betrachtet Henle[1] heute noch die ganze innere Wurzelscheide als Hornschicht der äusseren Wurzelscheide und Biesiadecki[2] speciell die Henle'sche Schicht. Obwohl diese Vorstellungen eigentlich schon durch die von allen Untersuchern der Entwicklung der Haare übereinstimmend angegebene Thatsache, dass die ganze innere Wurzelscheide mit dem Haare von unten nach aufwärts wächst, sich als unhaltbar erweisen, so glaubte ich doch gerade diesen Punkt einer genauen Prüfung unterziehen zu sollen, weil es sich auch um die Frage handelt, ob die innere Wurzelscheide, nachdem das Haar einmal dieselbe durchbrochen hat, noch weiter wächst, oder unverändert bis zur Ausstossung des Haares stehen bleibt.

Man kann an stärkeren Haaren, besonders Tasthaaren von Thieren sehr leicht die innere Wurzelscheide nach Eröffnung des frei präparirten Haarbalges isoliren und erhält dann namentlich nach Imbibition derselben mit Picrocarmin sehr instructive Präparate. Betrachtet man die Stelle, an der die Henle'sche Schicht am Längsschnitte plötzlich aufzuhören scheint von der Fläche (Taf. I, Fig. 3), so bemerkt man, dass dort die Zellen ziemlich rasch einen andern Charakter annehmen. Es verschwinden zunächst die Löcher und fast gleichzeitig treten plötzlich in den bisher glashellen Zellen grobe, stark lichtbrechende, mit

---

[1] Eingeweidelehre. 2. Auflage. p. 20. — [2] Handbuch der Lehre von den Geweben. Herausg. von Stricker. p. 608.

Carmin sich intensiv röthende Körner und mannigfaltig gestaltete Klumpen auf, welche die ganze Zelle erfüllen. (Fig. 3, *b*.) Das Bild erinnert sehr an mit Dotterelementen erfüllte Embryonalzellen. Die Körner und Klumpen blassen in Säuren und Alkalien stark ab und lösen sich endlich völlig, so dass nun die früher unsichtbaren Kerne erkennbar werden. In Alkohol und Äther sind die genannten Bildungen unlöslich, färben sich nicht schwarz mit Osmiumsäure und bestehen daher keinesfalls aus Fett, sondern wohl zum guten Theile aus Eiweisskörpern. Die Form der Zellen ist zunächst dieselbe wie jene der angrenzenden glashellen Zellen und sie schieben sich mit ihren vorderen Enden zwischen die untersten glashellen Zellen ein, so dass im Ganzen eine unregelmässig zackige Grenze entsteht. Da und dort sieht man an der Grenze mitten zwischen den glashellen Zellen noch eine einzelne, mit Klumpen und Körnern erfüllte Zelle, bisweilen auch eine glashelle Zelle, die noch einen Kern erkennen lässt. In der Regel sind aber auch mit Tinctionsmitteln in den Zellen, wenn sie einmal glashell sind, keine Kerne mehr nachweisbar. Geht man noch weiter nach abwärts, so sieht man die körnig-klumpigen Zellen allmälig in ziemlich regelmässig sechseckige Gebilde übergehen, die einen verhältnissmässig grossen, hellen Kern enthalten, in dessen Umkreis sich eine grössere Zahl von Körnern befinden (Fig. 3, *d*) und endlich ganz im Grunde des Haarbalges schliessen sich hieran kugelige Zellen mit grossem Kerne und wenig körnigem Protoplasma. In der Höhe der grössten Peripherie der Papille sind die Zellen bereits von sechseckigem Umrisse, wie sich aus der combinirten Betrachtung von Isolationspräparaten, Längs- und Querschnitten erschliessen lässt. Aus dem geschilderten Befunde glaube ich mit Sicherheit schliessen zu dürfen, dass die Henle'sche Schicht, wie das Haar, von unten her einen beständigen Zuwachs erhält, der sich in einer bestimmten Höhe ziemlich plötzlich in die eigenthümlichen glashellen Elemente der gefensterten Haut umwandelt. Untersucht man in derselben Weise die innere Lage der inneren Wurzelscheide, die Huxley'sche Schicht, so trifft man auf analoge Verhältnisse.

Nahe dem freien oberen Rande der inneren Wurzelscheide ist die Huxley'sche Schicht innig mit der Henle'schen verbunden

und lässt wie diese keine Kerne in den Plättchen erkennen. Niemals fand ich in dieser inneren Schicht Löcher und auch die Form der Zellen weicht stets von jener der Henle'schen Schicht ab, indem dieselben immer spitz-rhombische, ziemlich dicke Körper darstellen; niemals abgestutzte Spindeln. Weiter nach abwärts findet man in den Zellen, welche zunächst glashell, wie die der Henle'schen Schicht sind, überall deutliche Kerne. Etwas tiefer unten, ungefähr im unteren Drittel des Haarbalges gehen die Zellen der Huxley'schen Schicht plötzlich in spindelförmige Zellen über, welche ebenso mit groben Körnern und Klumpen erfüllt sind, wie wir sie früher im unteren Theile der Henle'schen Schicht kennen lernten. (Vergl. Fig. 4, *a* und *b*.) Die Zellen bewahren zunächst ihre Spindelform und gehen viel allmäliger nach abwärts in sechsseitig-polyedrische und endlich runde Zellen über, als dies bei den Zellen der Henle'schen Schicht der Fall ist. Im untersten Theile des Haarbalges sind die Zellen der inneren Wurzelscheide ganz gleich; es lassen sich die der Henle'schen und Huxley'schen Schicht nicht mehr unterscheiden. Betrachtet man die innere Wurzelscheide im Ganzen, so ergibt sich nach diesen Befunden, welche ich bei oft wiederholten Untersuchungen an lebhaft vegetirenden Haaren constant fand, entschieden eine grosse Übereinstimmung der beiden Schichten derselben bezüglich des Ursprunges aus dem Grunde des Haarbalges und in der Beschaffenheit der von unten nach aufwärts sich metamorphosirenden Zellen. Sieht man von der Form der glashellen Plättchen und den Löchern in der Henle'schen Scheide ab, so zeigen beide Schichten der inneren Wurzelscheide ein gemeinsames Wachsthum und dieselbe Metamorphose ihrer Elemente; diese letztere geht aber in der Henle'schen Schicht innerhalb einer viel kürzeren Wegstrecke vor sich als in der Huxley'schen Schicht.

Ich habe früher erwähnt, dass die Henle'sche und Huxley'sche Schicht nahe dem oberen Ende der inneren Wurzelscheide zu einer einheitlichen Masse verschmolzen sind. Auch bei einer genaueren Analyse von Insolationspräparaten lässt sich an dieser Stelle die Verschiedenheit der beiden Schichten nicht erkennen. Indem nämlich einerseits die Kerne der Huxley'schen Scheide schwinden, andererseits die Löcher der Henle'schen

Scheide durch Aneinanderdrängen der Elemente derselben undeutlich werden, sind hier in der That beide Schichten völlig gleichmässig geworden.

Erwähnenswerth ist noch, dass die Elemente dieser obersten Partie der inneren Wurzelscheide ein undeutlich querstreifiges, etwas gerunzeltes Ansehen zeigen, so dass in Folge dessen im Flächenbilde die innere Wurzelscheide hier weniger glashell erscheint als etwas weiter unten.

Der gegebenen Darstellung entsprechend, muss sich auf Querschnitten in verschiedenen Höhen des Haarbalges die innere Wurzelscheide sehr verschieden verhalten. Die Fig. 5 bis 9 stellen Querschnitte von Kopfhaaren, Fig. 10 und 11 von Cilien dar. In der Höhe der Papille (Fig. 5 und 10) sind Henle'sche und Huxley'sche Schicht (*b*$_3$ und *b*$_2$) fast gleichmässig körnig, es folgt hierauf nach aufwärts eine Region, in welcher die Huxley'sche Schicht körnig, die Henle'sche hell erscheint (Fig. 6 und 11). Noch weiter oben sind beide Schichten hell, die Huxley'sche Schicht zeigt aber noch Zellkerne (Fig. 7), noch weiter sind beide Schichten kernlos, aber ihre Elemente in der Form verschieden (Fig. 8), endlich am zackigen Rande sind Huxley'sche und Henle'sche Schicht völlig gleichartig geworden (Fig. 9).

Was die Zahl der Zellschichten anbelangt, aus welchen sich die Huxley'sche Schicht zusammensetzt, so ergeben meine Erfahrungen nach Studien an Längs- und Querschnitten Folgendes:

In der Regel ist eine einzige Zellenschicht vorhanden, doch schieben sich die oberen und unteren Enden der Zellen häufig zwischen einander hinein, so dass dadurch der Anschein doppelter Zellenlagen entsteht. Gewöhnlich läuft der lange Durchmesser der spitz rhombischen oder spindelförmigen Zellen der Haaraxe parallel, nicht selten kommt es aber in der oberen Hälfte der Wurzelscheide zu einer Schiefstellung der Zellen so dass die Längsdurchmesser derselben in Ebenen, welche man sich durch die Haaraxe gelegt denkt, mehr weniger stark gegen die letztere geneigt sind und zwar von aussen und oben nach innen und unten. Von innen durch das dünne Oberhäutchen der inneren Wurzelscheide gesehen, zeigen dann die Zellen eine ähnliche,

dachziegelartige Deckung wie die des Oberhäutchens. Nur das untere Ende erscheint frei, Seitenränder und oberes Ende sind unter die höher liegenden Zellen geschoben. Die Henle'sche Schicht ist stets eine einfache Zellenlage.

Als dritte Schicht der inneren Wurzelscheide unterscheidet man noch das Oberhäutchen oder die Cuticula [1]. Dasselbe besteht bekanntlich aus quer verlängerten dünnen Plättchen, welche sich abwärts dachziegelartig decken, so dass dieselben am Längsschnitt der inneren Wurzelscheide, im Ganzen wie eine feine Säge sich darstellen, deren Zähne mit ihren Spitzen nach dem Grunde des Haarbalges sehen. Verfolgt man die Plättchen nach abwärts, so sieht man sie dicker und kernhaltig werden, die dachziegelartige Deckung hört auf und am Längsschnitte erscheint diese Zelllage, wie ein regelmässiges cubisches Epithel, das sich bis an den Hals der Papille deutlich als eine continuirliche Zellenlage verfolgen lässt (Fig. 1, b_1). Flächenansichten frischer Präparate, die mit Prikrocarmin behandelt sind, zeigen die Zellen dieser Lage in der Tiefe des Haarbalges als lange, helle (ganz körnerfreie), kernhaltige Elemente, welche einigermassen in ihrem Aussehen an glatte Muskelfasern erinnern.

Erwähnenswerth ist noch der Umstand, dass die quere Verlängerung der Elemente dieser Zellenlage noch unter dem grössten Umfange der Papille bis nahe an den Hals derselben sich bemerkbar macht. Dies ist an Querschnitten (Fig. 5 und 10 b_1) nur undeutlich zu sehen, weil die Contouren der durchsichtigen Plättchen nur schwer oder gar nicht zu erkennen sind und die scheinbar nebeneinander liegenden Kerne leicht zu der Täu-

---

[1] Der Ausdruck *Cuticula* sollte für das Oberhäutchen des Haares und der inneren Wurzelscheide endlich einmal aufgegeben werden. Man hat es ja nicht mit membranösen Bildungen zu thun, welche einer Metamorphose der Oberfläche oder einer Ausscheidung epithelialer Zellenlager ihre Entstehung verdanken, für welche allein, wenigstens in neuerer Zeit, der Ausdruck *Cuticula* gebräuchlich ist. Die Oberhäutchen des Haares und der inneren Wurzelscheide bestehen vielmehr aus vollständigen, isolirbaren Zellen. Vielleicht würden sich die Ausdrücke *Stratum tectorium* oder, mit Rücksicht auf die eigenthümliche Anordnung der Elemente, *Stratum imbricatum* empfehlen.

schung führen könnten, es seien zwischen denselben Contouren, während sie doch Zellen angehören, die übereinander liegen.

Wenden wir uns nun zum Haare. Die Oberfläche desselben wird im Bereiche des Haarschaftes von den dachziegelförmig nach aufwärts sich deckenden querverlängerten, glashellen Plättchen des Oberhäutchens gebildet, deren freie Ränder in ihrem Gesammtprofile ebenfalls wie eine feine Säge sich ausnehmen, deren Zähne aber mit den Spitzen nach oben sehen und im Bereiche der inneren Wurzelscheide genau die Ausschnitte ausfüllen, welche zwischen den nach abwärts sehenden Sägezähnen des Oberhäutchens der inneren Wurzelscheide vorhanden sind. (Vergl. Fig. 1, a_2.)

Verfolgt man die Plättchen des Haaroberhäutchens nach abwärts, so kann man sehr schön sehen, wie dieselben sich immer mehr und mehr aufrichten und endlich mit ihren Flächen senkrecht zur Haaraxe sich stellen. (Vergl. Fig. 1 und Fig. 16.). Betrachtet man den Längsschnitt, so nehmen sich die Plättchen wie ein prachtvolles einfaches Cylinderepithel aus, das senkrecht auf der Haaroberfläche steht. In der Gegend der Papille nehmen die Plättchen an Höhe ab, neigen sich sogar mit ihrem äusseren Rande nach abwärts, werden endlich im Profile fast quadratisch den Zellen des Oberhäutchens der Wurzelscheide ähnlich, und lassen sich, wie diese bis an den Hals der Papille verfolgen. Auch die Plättchen des Haaroberhäutchens zeigen schon tief unten, unter dem grössten Umfange der Papille eine entschieden überwiegende Entwicklung nach der Richtung des Umfanges des Haarbalges und verhalten sich auch am Querschnitte ganz ähnlich, wie die Zellen des Wurzelscheidenoberhäutchens.

Auf die Structur der Faser- oder Rindensubstanz, die ich für complicirter halte, als sie gewöhnlich dargestellt wird, will ich hier nicht eingehen, weil mir dies für die folgende Darstellung nicht nothwendig scheint. Hier will ich nur hervorheben, dass die rundlichen Zellen, welche die Matrix der Rindensubstanz bilden, am grössten Umfange der Papille und nur wenig darunter ihren Ursprung nehmen, so dass dieselben also im Ganzen wie eine Kappe auf der Papille aufsitzen, während die Zellen, welche den Hals der Papille umgeben, als Matrix der früher beschriebenen Zellschichten der inneren Wurzelscheide und des

Haaroberhäutchens zu betrachten sind. Dies lässt sich an in voller Vegetation befindlichen pigmentirten Haaren am besten constatiren, indem man dort deutlich sieht, dass das Pigment niemals auf den Hals der Papille herabreicht. (Vergl. Fig. 17 und 18.)

Was endlich die Marksubstanz des Haares anbelangt, so habe ich über die Zellen derselben Nichts zu sagen, was nicht allgemein bekannt wäre. Sie sind stets in der Richtung der Haaraxe stark abgeplattet. Zwischen den Zellen befindet sich keine Grundsubstanz und ich muss mich daher gegen v. Nathusius[1] aussprechen, der das Haarmark als Bindesubstanz, als verlängerte und gewueherte Papille ansieht. Die Markzellen sind sicherlich ebenso epithelialer Natur, wie die anderen Bestandtheile des Haares. Die Matrix derselben liegt am höchstgelegenen Theile der Papille, über dem grössten Umfange derselben.

Ich darf hier nicht unterlassen, Einiges über die Form der Papille zu bemerken, da dieselbe, abgesehen von den später zu besprechenden Änderungen im Verlaufe des Haarwechsels wesentlich mit der An- oder Abwesenheit der Marksubstanz zusammenhängt.

Haare mit kräftig vegetirender Marksubstanz haben eine lange, spitz zulaufende Papille, während Haare, an welchen keine Marksubstanz in Bildung begriffen ist, abgerundete, oder wenigstens in einen stumpfen Kegel auslaufende Papillen besitzen. Das letztere ist namentlich bei marklosen Kopfhaaren der Fall. In voller Vegetation begriffene Haare besitzen immer eine Papille, die durch einen dünnen Hals mit dem Haarbalge sich verbindet. Der Durchmesser des Halses beträgt selten mehr als die Hälfte des grössten Durchmessers der Papille, wie bereits aus den Messungen von Moleschott und Chapuis[2] hervorgeht.

Eine besondere Beachtung verdienen die Epithelzellen, welche die Papille unmittelbar bedecken. Die Untersuchungen

---

[1] Das Wollhaar des Schafes etc. Berlin, 1866.

[2] Untersuchungen zur Naturlehre. Herausgegeben von Moleschott, VII. Bd., pag. 334.

Lott's über den Bau und das Wachsthum der geschichteten Pflasterepithelien haben mit Sicherheit ergeben, dass es wesentlich die unmittelbar auf der unterliegenden Bindegewebshaut aufruhenden Zellen (Fusszellen) sind, von welchen der Wiederersatz, der durch Abstossung verloren gegangenen Zellen ausgeht. Es ist nun von vornherein wahrscheinlich, dass dasselbe auch bei den Haaren der Fall ist, dass es die unmittelbar auf der Papille aufsitzenden Zellen sind, welche die dem Haar und den Wurzelscheiden eigenthümlichen Zellschichten erzeugen. Die äussere Wurzelscheide setzt sich als eine einschichtige Zellenlage bis an die Basis der Papille fort und steigt nun, sich gleichsam umschlagend, an der Papille hinauf. Am Längsschnitte der Papille liegt zu unterst am Halse eine Zelle, die noch zur äusseren Wurzelscheide gerechnet werden muss, sie scheint zu ruhen, wie die ganze einfache Zellschicht der äusseren Wurzelscheide im Grunde des Haarbalges. Die nun von unten nach aufwärts am Halse der Papille sich folgenden „Fusszellen" sind in der Ordnung, wie sie übereinanderliegen: 1. die Mutterzelle der Henle'schen, 2. der Huxley'schen Schicht, 3. des Oberhäutchens der inneren Wurzelscheide, dann folgt 4. die Mutterzelle des Haaroberhäutchens. Alle diese Zellen liegen, wie gesagt, am Hals der Papille. (Vergl. Fig. 1.)

An dem Abhange des sich ausbreitenden Körpers der Papille ruhen nun die Matrixzellen der Fasersubstanz des Haares, der sich endlich, wo Mark vorhanden ist, die Mutterzellen des letzteren anschliessen. Diese Vorstellung ist nicht blos aus der Analogie der Anordnung geschichteter Epithelien construirt, sie beruht vielmehr auf der Thatsache, dass sich an guten Längsschnitten die Schichten des Haares und der inneren Wurzelscheide bis an die Fusszellen verfolgen lassen. Dadurch, dass eben alle genannten Schichten bis zur Papille reichen, entsteht am Übergange der einschichtigen, ruhenden äusseren Wurzelscheide am Grunde des Haarbalges ein an guten Schnitten deutlicher Umschlagsrand. Nimmt man hinzu, dass es eine völlig gesicherte Thatsache ist, dass die Schichten des Haares und der inneren Wurzelscheide von unten nach aufwärts sich differenziren und in dieser Richtung aus weichen Zellen allmälig in feste hornartige Bildungen sich umwandeln, so wird man zugeben müssen,

dass es mehr als blosse Vermuthung ist, wenn ich die auf der Papille aufsitzenden Zellen in der früher angeführten Ordnung als Matrixzellen der Schichten des Haares und der inneren Wurzelscheide ansehe. Freilich muss ich bekennen, dass ich über die Art, wie die genannten Zellen sich vermehren, gar nichts Näheres anzugeben weiss, denn die Versuche, die auf der Haarpapille unmittelbar aufsitzenden Zellen mit Hilfe von Isolationsmitteln zu studiren, haben mich bisher zu keinem erwähnenswerthen Resultate geführt. Wenn ich daher auch zugeben muss, dass die früher aufgestellte Annahme weit davon entfernt ist, völlig erwiesen zu sein, so scheint sie mir doch die Einfachste und mit allen beobachteten Thatsachen am Besten verträglich zu sein. Jedenfalls kann davon keine Rede sein, dass der ganze Grund des Haarbalges rings um die Papille von gleichmässigen, noch indifferenten Zellen erfüllt sei, denn die beiden Oberhäutchen lassen sich mit Bestimmtheit an Schnitten bis knapp an den Hals der Papille verfolgen.

Am Schlusse dieses Abschnittes kann ich nicht umhin, mit Befriedigung zu constatiren, dass die wesentlichsten darin enthaltenen Angaben mit dem übereinstimmen, was Unna[1] kürzlich über dieselben Punkte geäussert hat. Das einheitliche Wachsthum der inneren Wurzelscheide vom Halse der Papille, die Verfolgbarkeit des Ursprunges der Oberhäutchen bis an die Papille, hebt auch Unna hervor. Nur bezüglich der Zahl der übereinanderliegenden Matrixzellen differiren wir. Dass Unna für die Oberhäutchen sieben, für die innere Wurzelscheide sechs Matrixzellen übereinander zeichnet, scheint daher zu kommen, dass er keine rein axilen Längsschnitte vor sich hatte. Dass in diesem Abschnitte, nur hier am Schlusse, der Arbeit Unna's Erwähnung geschieht, obwohl dieselbe so viele Berührungspunkte mit meinen Mittheilungen bietet, bedarf vielleicht einer Aufklärung. Es rührt dies daher, dass die ersten Capitel dieser Abhandlung schon längst geschrieben waren, ehe Unna's „Beiträge etc." erschienen. Eine totale Überarbeitung des bereits Fertigen schien mir aber doch nicht nothwendig zu sein.

II. Die mechanischen Vorgänge beim Wachsthum der Haare.

Es sollen nun zunächst die Wachsthumsvorgänge in's Auge gefasst werden, welche sich aus dem mikroskopischen Bilde in voller Vegetation begriffener Haare erschliessen lassen.

---

[1] Beiträge zur Histologie und Entwicklungsgeschichte der menschlichen Oberhaut etc. Archiv für mikroskop. Anatomie, Bd. XII, 1876.

Es handelt sich zunächst um die Frage, ob das Haar allein wächst, oder auch die Wurzelscheiden; ferner, inwieweit insbesondere die innere Wurzelscheide bei der Bildung des Haarschaftes eine Rolle spielt. In der Frage, ob nach dem Durchbruche des Haares die innere Wurzelscheide fortwächst oder ruht, konnte eine Übereinstimmung der Ansichten bisher nicht erzielt werden. Soviel mir bekannt ist, nehmen nur Reichert und Biesiadecki ein Fortwachsen der inneren Wurzelscheide während der ganzen Vegetationsdauer des Haares an; letzterer jedoch nur für die zwei inneren Schichten derselben.

Zunächst ist sicher, dass mit dem Haare auch sein Oberhäutchen beständig fortwächst. Da nun, wie früher erwähnt wurde, und wie schon lange bekannt ist, die Ränder der nach aufwärts stehenden Schuppen des Haaroberhäutchens in die Zwischenräume der nach abwärts sehenden Ränder des Oberhäutchens der inneren Wurzelscheide eingreifen, so ist damit eine Art Sperrvorrichtung gegeben, die dem Haare nicht gestattet aufwärts zu rücken, wenn die innere Wurzelscheide, welche mit ihrem Oberhäutchen fest verwachsen ist, ruht. Die Existenz dieser Sperrvorrichtung wird am besten durch die Erscheinungen ad oculos demonstrirt, welche das Oberhäutchen eines gewaltsam ausgerissenen, vegetirenden Haares darbietet. Falls die innere Wurzelscheide nicht mit ausgerissen wird, sind nämlich, wie Henle gezeigt hat, die Oberhäutchenzellen am unteren Theile des Haarschaftes durch den Widerstand des Wurzelscheidenoberhäutchens nach abwärts umgeschlagen. (Vgl. Henle's Eingeweidelehre, Fig. 16). Wohl kann aber die innere Wurzelscheide sich über das Haar hinwegschieben, weil in diesem Falle die Zähne ohne Anstand übereinander gleiten können. Es ergibt sich somit die Nothwendigkeit, dass die innere Wurzelscheide wenigstens mit ihren inneren Schichten nicht nur beständig wächst, sondern sogar rascher wächst als das Haar. In der That hat auch Biesiadecki diesen Schluss gezogen.

Bevor wir jedoch näher auf diesen Punkt eingehen, müssen wir noch einer anderen Erklärung gedenken, welche der genannten Sperrvorrichtung zu Theil wurde.

Henle und mit ihm neuerlich wieder Unna nehmen nämlich an, dass die Zähne, die man am Haar- und Wurzelscheiden-

oberhäutchen im optischen oder wirklichen Längsschnitte sieht, nichts Anderes als der Ausdruck von Schraubengängen seien. Das Haar soll sich, wie eine Spindel in der Mutter durch die innere Wurzelscheide gleichsam hinausschrauben.

Eine solche Vorstellung ist aber aus verschiedenen Gründen unhaltbar. Zunächst wird man schwerlich bei Betrachtung der Oberhäutchen im Stande sein, eine schraubige Anordnung der Schüppchen mit Sicherheit zu constatiren. Man erhält vielmehr den Eindruck, dass die Ränder der Schuppen in übereinander liegenden Kreisen und nicht in einer Schraubenlinie angeordnet seien. Ich berufe mich, als auf ein unverdächtiges Zeugniss auf die Darstellung der Haaroberfläche, welche Henle in seiner Eingeweidelehre (Fig. 16) gibt und die augenscheinlich mehr für eine quirlständige als für eine schraubige Anordnung der Schuppen spricht. Allerdings kann man die Schuppen auch in Schraubenlinien sich angeordnet vorstellen; diese Linien lassen sich aber eben so gut links- als rechtswendig denken und verlieren somit offenbar alle Bedeutung. Aber selbst zugegeben, dass die Schüppchen schraubig angeordnet seien, so ist dies noch nicht der geringste Beweis für Drehungen des Haares; so wenig als eine schraubige Anordnung von Blättern an einer Pflanzenaxe jedesmal in Drehungen der Axe während des Wachsthumes begründet ist. Geht man vom Oberhäutchen des Haares auf die Rindensubstanz über, so bemerkt man in dieser keine Spur von Drehung. Die Faserung des Haares ist vielmehr genau parallel der Haaraxe. Da die Matrixzellen des Haares auf der Papille offenbar festsitzen, so müssten die Haarzellen von der Papille weg, falls das Haar sich dreht, wenigstens im peripherischen Theile des Haares sehr auffällige, rechtswendige oder linkswendige Spiralen beschreiben. Man bedenke nur, dass die freien Ränder der Haarschüppchen nur ungefähr 6 μ. von einander abstehen und dass, wenn wirklich diese Distanz die Höhe eines Ganges der Schraube darstellte, durch welche sich das Haar hinausdreht, jeder Punkt der Haaroberfläche 500 Umdrehungen machen müsste, um an die Mündung eines drei Millimeter langen Haarbalges zu gelangen. Dass unter solchen Umständen die Zellen der Fasersubstanz ganz geradlinig, parallel der Haaraxe angeordnet bleiben können, wie es thatsäch-

lich der Fall ist, ist wohl ganz unmöglich. Endlich ist nicht einzusehen, woher die Kraft kommen soll, welche dem Haare die Drehung ertheilt. Eine rings um die Papille gleichmässig vertheilte Matrix ist hiezu wohl nicht geeignet.

Bei allen diesen Erörterungen wurde noch stillschweigend die Voraussetzung gemacht, dass erstens die Haare drehrund sind und dass zweitens die Haarbälge gerade Röhren darstellen. Dies ist aber Beides bei weitem nicht immer der Fall. Die Haare sind ja häufig von elliptischem, fast dreieckigem oder ganz unregelmässigem Querschnitte ja es kommen tief cannellirte Haare (bei der Spitzmaus)[1] vor. Dass solche Haare sich in der eng anliegenden Wurzelscheide nicht drehen können, leuchtet sofort ein. Eben so wenig ist eine Drehung des Haares in gekrümmten Haarbälgen möglich. Ich glaube daher nicht zu weit zu gehen, wenn ich die von Henle vermuthete und von Unna als eine ausgemachte Sache betrachtete Aufwärtsbewegung des Haares nach Art einer Mikrometerschraube als absolut unhaltbar erkläre. Das Haar muss ohne Drehungen in der Richtung des Haarbalges fortwachsen. Dann bleibt aber nur die Annahme zulässig, dass, wenigstens soweit die Plättchen des Haaroberhäutchens noch weich und nicht in ihrer definitiven Lage an das Haar angedrückt sind, die innere Wurzelscheide, rascher wachsend als das Haar, über dieses hinweggleitet und indem sie fest auf das Haar drückt, die Plättchen des Oberhäutchens allmälig umlegt, so dass sie sich endlich dachziegelförmig von unten nach aufwärts decken. Die innere Wurzelscheide ist in ihren oberen Theilen nahe dem zackigen Ende eine einheitliche Masse. Die drei Schichten derselben sind so fest miteinander verbunden, dass es äusserst schwer und nur in der unvollkommensten Weise gelingt, sie voneinander zu isoliren. Alle drei Schichten wachsen, wie früher schon auseindergesetzt wurde, von unten nach aufwärts und zwar, wie wir jetzt hinzufügen können, so lange, als das Haar überhaupt vegetirt. Dabei ist aber nicht ausgeschlossen, dass die inneren Schichten tiefer unten rascher wachsen als die äussere (Henle'sche) Schicht, ja es ist dies sogar sehr wahr-

---

[1] Reissner: Beiträge zur Kenntniss der Haare etc. Breslau, 1854, pag. 5.

scheinlich. Ich halte das Auftreten der Spalten in der Henle'schen Schicht wesentlich für einen Effect der Spannung, die durch das stärkere Wachsthum der beiden inneren Schichten der inneren Wurzelscheiden bewirkt wird, welchen die Henle'sche Schicht von der Stelle an, wo ihre Zellen körnerfrei und kernlos geworden sind, mehr passiv zu folgen scheint.

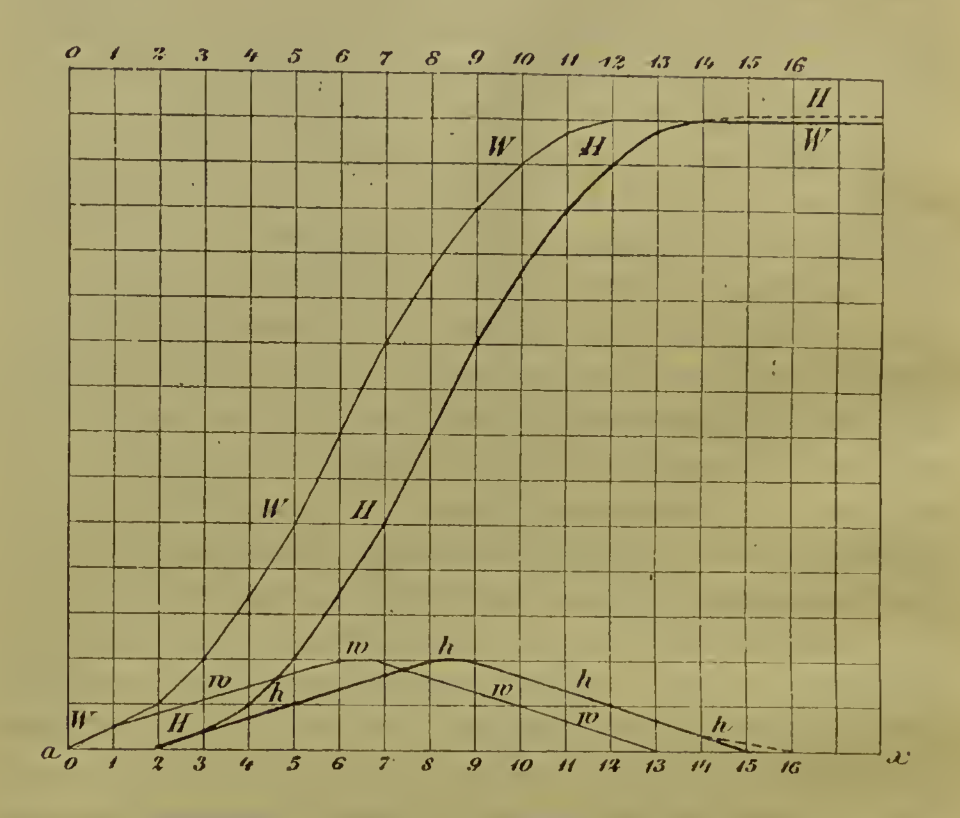
Es ergibt sich aber bei dieser Auffassung der Verhältnisse eine Schwierigkeit, die den Gedanken an ein beständiges Wachsthum der inneren Wurzelscheide bei oberflächlicher Betrachtung völlig unhaltbar erscheinen lässt; nämlich die Thatsache, dass die innere Wurzelscheide vom Haare durchbrochen wird und am vegetirenden Haare stets mit einem scharfen zackigen Rande unterhalb der Einmündung der Talgdrüsen in den Haarbalg aufhört. Diese Thatsache lässt sich offenbar nur so deuten, dass das Haar im Bereiche des Endes der inneren Wurzelscheide jedenfalls rascher wächst und dieselbe durchbrochen hat. Es klingt nun paradox, dass am Grunde des Haares gerade das Umgekehrte der Fall sein soll, und offenbar haben diejenigen Beobachter, welche sich von der Anwesenheit einer scharfen Grenze der inneren Wurzelscheide noch im Bereiche des Haarsackes überzeugten, es als selbstverständlich gehalten, dass das Haar von dem Momente an, wo die innere Wurzelscheide durchbrochen wurde, allein fortwächst, während die letztere nun ruht.

Eine genauere Analyse der Wachsthumsvorgänge ergibt jedoch unter verhältnissmässig sehr einfachen Voraussetzungen die Möglichkeit, dass in der unteren Hälfte des Haarbalges die innere Wurzelscheide dem Haare, in der oberen Hälfte aber umgekehrt das Haar der inneren Wurzelscheide in der Wachsthumsbewegung vorauseilt.

Die folgende graphische Darstellung soll das Gesagte erläutern.

Denken wir uns zunächst auf der Linie ax der umstehenden Figur eine Reihe aufeinanderfolgender Längenelemente des Haares und der Wurzelscheide vertheilt. Der Nullpunkt würde der tiefsten Stelle des Haarbalges, dem Ursprungspunkte der inneren Wurzelscheide am Halse der Papille entsprechen, die folgenden Punkte successive aufeinanderfolgenden Längenelementen in der Richtung gegen die Mündung des Haarbalges;

x entspreche der Mündung des Haarbalges. Der Punkt 2 möge der Lage nach der untersten Matrixzelle des Haares entsprechen.



Denken wir uns nun auf allen diesen Punkten Ordinaten errichtet, welche uns das Eigenwachsthum jedes einzelnen Längenelementes des Haares und der inneren Wurzelscheide innerhalb einer bestimmten Zeit darstellen sollen. Unter Eigenwachsthum soll jene Längenzunahme eines Längenelementes verstanden werden, welche aus dem Intussusceptionswachsthum und der aus was immer für Gründen (seitlicher Druck, Streckung etc.) eintretenden Formveränderung der Zellen resultirt. Dieses Eigenwachsthum wird nicht an allen Stellen dasselbe sein. Es wird von den ruhenden Matrixzellen (Fusszellen) weg gerechnet, einem Maximum zustreben und dann wieder auf Null absinken gegen die Mündung des Haarbalges. Wenn wir daher auf den Punkten 1, 2, 3 etc. die Eigenwachsthumsordinaten auftragen und ihre oberen Endpunkte verbinden, so werden wir Eigenwachsthumscurven erhalten, welche uns die räumliche Verthei-

lung der Wachsthumsintensität der Elemente des Haares und der inneren Wurzelscheide darstellen. Die Form dieser Curven ist natürlich nicht genauer festzustellen, es ist dies aber für den ins Auge gefassten Zweck auch gar nicht nothwendig. Wir wollen der Einfachheit wegen annehmen, dass die Curven gleichmässig ansteigen und abfallen, und dass dieselben für Haar- und Wurzelscheiden genau gleich seien. Wichtig ist aber und nach den früheren anatomischen Auseinandersetzungen als sicher anzunehmen, dass die beiden Curven nicht denselben Anfangspunkt haben. Die Eigenwachsthumscurve der inneren Wurzelscheide (*W, w, w* etc.) beginnt früher als die des Haares (*H, h, h* etc.). Das, was wir nun wissen wollen, ist das Verhalten der Gesammtverschiebung der in gleicher Höhe des Haarbalges befindlichen Längenelemente des Haares und der inneren Wurzelscheide. Diese Gesammtverschiebung lässt sich nun aus unseren Eigenwachsthumscurven leicht ermitteln. Die Gesammtverschiebung ist offenbar gleich dem Eigenwachsthume eines Längenelementes mehr dem Eigenwachsthume aller vorhergehenden Längenelemente. Führen wir nun diese Addition graphisch aus, so erhalten wir für jedes Längenelement des Haares und der Wurzelscheide die Gesammtverschiebung. Verbinden wir die Endpunkte aller Ordinaten, welche uns einerseits die Grösse der Gesammtverschiebung der einzelnen Längenelemente des Haares (*H, H* etc.), anderseits jener der inneren Wurzelscheide (*W, W* etc.) angeben, so erhalten wir Gesammtverschiebungscurven, welche uns nun über die gestellte Frage völlig befriedigenden Aufschluss geben. Man sieht auf der Figur, dass bis zu dem Punkte 14 die Ordinaten 2 *W*, 3 *W*, 4 *W* . . . . durchwegs höher sind als die correspondirenden Ordinaten 2 *H*, 3 *H*, 4 *H* . . . . Die auf denselben Punkten der Abscisse stehenden Ordinaten der Curven *W, W* und *H, H* sind aber das Mass der in derselben Zeit erfolgenden Gesammtverschiebung correspondirender Punkte der inneren Wurzelscheide und des Haares. Es zeigt sich also, dass im unteren Theile des Haarbalges die Elemente der Wurzelscheide sich stärker verschieben als die des Haares, obwohl wir die Wachsthumsintensität gleich angenommen haben. Es ist einleuchtend, dass dieser sehr bemerkenswerthe Umstand darin

begründet ist, dass die innere Wurzelscheide tiefer unten entspringt als das Haar.

Verfolgen wir die Gesammtverschiebungscurven gegen die Mündung des Haarbalges, so sehen wir dieselben endlich in eine der Abscisse parallele Gerade übergehen, was nichts anderes bedeutet als die selbstverständliche Thatsache, dass alle Punkte, welche über dem letzten Längenelemente mit Eigenwachsthum gelegen sind, in derselben Zeit um dieselbe Länge verschoben werden. Da die Eigenwachsthumscurven als congruent angenommen und nur auf der Abscisse gegen einander verschoben wurden, so versteht es sich von selbst, dass die beiden in ganz gleicher Weise abgeleiteten Gesammtverschiebungscurven ebenfalls congruent und nur auf der Abscisse verschoben sein müssen, mithin in eine und dieselbe gerade Linie sich fortsetzen. Das heisst nichts anderes, als unter den gemachten Voraussetzungen wachsen an der Mündung des Haarbalges Haar und innere Wurzelscheide gleich schnell.

Die bisher angestellten Betrachtungen haben zu dem bemerkenswerthen Ergebnisse geführt, dass, wenn die Wachsthumsvorgänge an Haar und innerer Wurzelscheide als genau gleich angenommen werden, im unteren Theile des Haarbalges sich die innere Wurzelscheide über das Haar hinüberschiebt, während höher oben Haar und Wurzelscheide gleich schnell wachsen. Die Thatsache, dass die innere Wurzelscheide ihre Matrix tiefer unten hat, ist die mechanische Ursache dieser Wachsthumserscheinung.

Wir haben aber früher gesehen, dass die anatomischen Thatsachen mit grösster Bestimmtheit darauf hinweisen, dass gegen die Mündung des Haarbalges das Haar der Wurzelscheide im Wachsthum vorauseilt. Um dies zu erklären, braucht man nur anzunehmen, dass die Eigenwachsthumscurve des Haares etwas weniger steil abfällt als die der inneren Wurzelscheide (etwa statt von h 14 nach 15, von h 14 nach 16). Alsogleich durchschneidet dann die Gesammtverschiebungscurve des Haares jene der inneren Wurzelscheide und steigt über diese etwas empor (in unserer Figur die über W sich erhebende punktirte Linie), während in dem weiter rückwärts gelegenen Theile der Curve nichts geändert wird. Eine im Wesentlichen gleiche

Änderung der Gesammtverschiebungscurve würde resultiren, wenn die Eigenwachsthumscurve des Haares zu einem etwas höheren Maximum ansteigen würde als die der inneren Wurzelscheide. Einige anatomische Thatsachen sprechen dafür, dass beides vorkommt. Für ein hohes Maximum des Eigenwachsthums spricht die starke Verlängerung und Verdünnung der Plättchen der Rindensubstanz, für ein allmäliges Absinken des Eigenwachsthums der unmerkliche Übergang der runden Zellen der Haarmatrix in die verhornten Faserplättchen. Auf der anderen Seite spricht der plötzliche Übergang der grobkörnigen Zellen der inneren Wurzelscheide in glashelle hornartige Platten für ein rasches Absinken des Eigenwachsthums dieser letzteren.

Nach Allem, was bisher mitgetheilt wurde, glaube ich nun als gesicherte Thatsache betrachten zu dürfen, dass die innere Wurzelscheide nicht blos während der Entwicklung des Haares, sondern während der ganzen Vegetationsdauer desselben fortwächst und zwar in der unteren Hälfte des Haarbalges in der Art, dass sie sich über das Haar hinwegschiebt, wodurch allein die eigenthümliche Anordnung der Plättchen des Haaroberhäutchens bewirkt wird.

Ein zufällig an einem Schnitte durch das Augenlid eines Menschen gemachter Fund illustrirt aufs deutlichste die Folgen, welche ein abnorm verlangsamtes Wachsthum der inneren Wurzelscheide für die Bildung des Haares hat. Fig. 2, Taf. I stellt den Längsschnitt der Wurzel eines Haares dar, das eine offenbar mangelhaft entwickelte innere Wurzelscheide besitzt. Vergleichen wir die Fig. 2 mit Fig. 1, welche eine ungefähr gleich starke Haarwurzel aus demselben Augenlide bei genau gleicher Vergrösserung mit der Camera lucida gezeichnet darstellt, so fällt zunächst Folgendes auf: An der pathologischen Haarwurzel gehen die körnigen Zellen der Henle'schen Schicht viel tiefer unten in glashelle Plättchen über als an der normalen. Dasselbe ist in noch auffälligerer Weise bei der inneren (Huxley'schen) Schicht der Fall. Nach Messungen an vier normalen in voller Vegetation begriffenen Cilien desselben Augenlides reicht die körnige Partie der Huxley'schen Schicht 0·55 – 0·65 Mm. über die Basis der Papille, während die Henle'sche Schicht 0·32—0·35 Mm. über derselben Stelle hell wird.

An unserem pathologischen Haare wird aber die Huxley'sche Schicht schon bei 0·45 Mm. und die Henle'sche Schicht bei 0·25 Mm. über der Papillenbasis hell. Betrachtet man nun das Haar, so fällt auf, dass die Plättchen des Oberhäutchens statt nach aufwärts, nach abwärts umgeschlagen sind und weiter oben, dass das Haar mit groben queren Runzeln und Falten, welche von zusammengeschobenen Oberhäutchenzellen herrühren, überdeckt ist, als ob es durch einen Widerstand gestaut würde; kurzum, das Haar zeigt genau das Bild, wie wir es nach den früheren Auseinandersetzungen erwarten müssen, wenn die innere Wurzelscheide stille steht oder langsamer wächst, als das Haar, und ich betrachte diesen Befund als eine gut stimmende Probe auf die Richtigkeit meiner Behauptungen.

Wir wollen uns nun mit der Frage beschäftigen, wie die verschiedenen am Haare und den inneren Wurzelscheiden vorkommenden Zellformen von mechanischen Verhältnissen abhängen. Die Erörterung dieser Frage verspricht natürlich nur insoweit einen Erfolg, als wir die in der Einleitung besprochene Voraussetzung machen dürfen, dass die Zellen vermöge der in ihrem Inneren thätigen Wachsthumsvorgänge der Kugelform zustreben.

Die Zellen der inneren Wurzelscheide sind tief unten nahezu kugelig, sie werden dann ziemlich regelmässige sechseckige Platten. Drücken sich gleiche, kugelige Elemente allseitig innerhalb einer Fläche, die innen und aussen gleichmässige Widerstände besitzt, so muss diese Form sich ausbilden. Wir können nun in der That voraussetzen, dass einerseits durch die Spannung des umliegenden Gewebes auf der Haarbalgoberfläche ein Druck in radiärer Richtung nach einwärts lastet, anderseits durch die wachsende Haarsubstanz ein radiärer Druck nach aussen ausgeübt wird. Die Existenz des ersteren Druckes wird insbesondere durch die Erscheinungen, die man beim Haarwechsel beobachten kann und die wir später noch eingehender zu berücksichtigen haben werden, erwiesen. Durch diese senkrecht gegen einander gerichteten Druckwirkungen wird also insbesondere im Bereiche des grössten Umfanges der Papille, wo die Matrixzellen der Fasersubstanz des Haares liegen, eine Abplattung der Elemente der Wurzelscheide in der Richtung

der Haarbalgradien eintreten. Keinen so bedeutenden Widerstand finden die Zellen in den Richtungen der Tangenten des Balges, so dass es zunächst in diesen Richtungen nur zu einer Formveränderung kommt, welche der Druck der Zellen unter sich bewirkt, und der erst kreisförmige Umriss in den eines regulären Sechseckes übergeht. Weiter nach aufwärts werden die Sechsecke länger und schmäler, was sich einfach dadurch erklärt, dass die innere Wurzelscheide im Ganzen ein von unten nach aufwärts kegelförmig zulaufendes Rohr darstellt, das insbesondere gleich über der Papille sich stark verengert. Indem die Kreise, welche einer Zellenreihe des Querschnittes entsprechen, immer kleiner werden, muss nothwendig der Längsdurchmesser der Zellen zu- und ihr querer (tangentialer) Durchmesser abnehmen. So weit es der Widerstand gestattet, muss auch der radiäre oder Dickendurchmesser zunehmen. (Vergl. Fig. 5 und 6, b_3.) Die äussere Wurzelscheide übt, wie man nach der ganz regelmässigen Stellung ihrer Fusszellen schliessen kann, einen gleichmässigen, radiär gerichteten Wachsthumsdruck nach innen und aussen aus, so dass in Folge dessen die äussere Oberfläche der inneren Wurzelscheide eben erscheint. Die früher geschilderten Besonderheiten der Henle'schen und Huxley'schen Schicht der inneren Wurzelscheide lassen mit Grund vermuthen, dass die letztere eine bedeutend langsamer absinkende Wachsthumsintensität besitzt als die erstere und sich demgemäss über die Henle'sche Schicht an den höher gelegenen Punkten des Haarbalges fortbewegt. Während dieser Bewegung werden sich die selbst seitlich und radiär stark gepressten Zellen der Huxley'schen Schicht insbesondere an jenen Stellen der Henle'schen Scheide eindrängen, die den relativ geringsten Widerstand bieten. Das sind offenbar die seitlichen (tangentialen) Verbindungslinien der Henle'schen Zellen. Es kommt so einerseits durch eine von innen und unten wirkende Spannung zur Lückenbildung zwischen den Rändern der Henle'schen Zellen, anderseits zur Hervorwölbung des stärker Widerstand leistenden Mitteltheiles der Zellen nach innen. Die Huxley'schen Zellen selbst werden wegen ihres stärkeren Wachsthums mehr verlängert als die Henle'schen und aus demselben Grunde auch in tangentialer Richtung beim Hinaufrücken in einen immer enger

werdenden Conus stärker comprimirt, so dass sie schliesslich im Querschnitte wie kurze, radiär gerichtete Cylinderzellen sich ausnehmen. (Vergl. Fig. 7 und 8 b_2).

In ähnlicher Weise, wie für die Zellen der inneren Wurzelscheide, lässt sich auch für die Zellen der Fasersubstanz des Haares die nach aufwärts zu eintretende Verlängerung durch Compression in radiärer und tangentialer Richtung als eine mechanische Folge der Wachsthumsverhältnisse bis zu einem gewissen Grade begreifen.

Wenden wir uns aber jetzt zu den Oberhäutchen und zur Marksubstanz des Haares, so finden wir hier Verhältnisse, zu deren Erklärung die bisher angenommenen Momente nicht reichen. Die Zellenformen des Haarmarkes bieten ein verhältnissmässig einfaches Problem. Es handelt sich dort nur um die Erklärung, wie es möglich ist, dass die Zellen sich in der Richtung der Haaraxe abplatten. Die Rindensubstanz bildet im markhaltigen Haare einen nach oben gegen die Spitze zu geschlossenen Kegel. Damit innerhalb dieses kegelförmigen Hohlraumes, der sich beständig verlängert, ein Druck in der Richtung der Axe erfolge, ist es offenbar nothwendig, dass die Gebilde, die diesen Kegel erfüllen, denselben selbst erzeugen, indem sie den Widerstand nicht zu überwinden vermögen, den sie an der Spitze und Basis des Kegels finden. Dies wird eintreten, wenn die Zellvermehrung von der Matrix des Markes aus so rasch erfolgt, dass die dadurch bedingte Volumszunahme des Markes, von äusserem Drucke unabhängig gedacht, mehr betragen würde, als die während derselben Zeit eintretende Vergrösserung des Hohlraumes innerhalb der Fasersubstanz des Haares. Unter diesen Umständen werden die Markzellen das Haar zu sprengen suchen, sind sie dies nicht im Stande, so müssen sie sich abplatten in der Richtung der Axe [1].

---

[1] Dass die Markzellen wirklich einen bedeutenden Druck auf die Fasersubstanz des Haares von innen ausüben, kann man am schönsten an den Körperhaaren der Kaninchen und Mäuse sehen. Dort erhalten nämlich die Faserplättchen des Haares von den Markzellen ringförmige Eindrücke, zwischen welchen an den Grenzen der benachbarten Markzellen nach innen Leisten vorspringen.

Sind diese Vorstellungen richtig, so ist damit auch eine mechanische Bedeutung des Haarmarkes gegeben; es vermehrt durch Druck von innen die Dichtigkeit der Fasersubstanz.

Viel schwieriger auf mechanische Vorgänge zurückzuführen, ist die Form der querverlängerten Schüppchen der Oberhäutchen des Haares und der inneren Wurzelscheide. Was zunächst die Abplattung betrifft, so ist vor allem hervorzuheben, dass die Zellen der Oberhäutchen im Bereiche des unteren Theiles des Haarbalges in der Richtung der Haaraxe abgeplattet sind, also mit ihren Flächen senkrecht stehen auf der Haaroberfläche. Den Grund der Abplattung suche ich ebenfalls, wie bei den Markzellen in einer relativ raschen Zellvermehrung. Man könnte aber einwenden, dass für die Oberhäutchen kein geschlossener Hohlraum existirt wie im markhaltigen Haare selbst. Ich muss jedoch vorweg nehmen, dass bei der Entwicklung des Haares zuerst die innere Wurzelscheide als solider Kegel entsteht, in welchen erst Haar und Oberhäutchen hineinwachsen. Von Anfang an sind für die Bildung der Oberhäutchen also ähnliche Bedingungen vorhanden wie für die Entwicklung des Haarmarkes. Später aber liegen die ausgebildeten Theile der Oberhäutchen so fest mit ihren Zähnen ineinandergepresst, dass sie einer von unten her sich allseitig expandirenden Zellmasse grösseren Widerstand leisten als die Kräfte, welche in radiärer Richtung im Grunde des Haarbalges Haar und Wurzelscheiden aneinander drängen. So führt dann die rasche Zellvermehrung an der Ursprungstätte der Oberhäutchen zur Abplattung ihrer Elemente in der Richtung der Haaraxe. Damit ist aber noch keine Einsicht gewonnen in die mechanischen Momente, welche die quere Verlängerung dieser Elemente bewirken. Zur Erklärung dieser Formänderung scheint mir nun die Thatsache von höchster Bedeutung zu sein, dass die Abplattung und quere Verlängerung schon gleich über dem Halse der Papille, unterhalb der starken Anschwellung beginnt, welche die Matrixzellen der Haarsubstanz an der grössten Peripherie der Papille bilden. Die sich abplattenden Zellen der Oberhäutchen rücken in Folge dessen so vor, dass sie zunächst mit Rücksicht auf den Querschnitt des Haares gesprochen, successive Kreislinien von immer grösserem Umfange zu decken haben. Daraus folgt, dass die Zellen in tangentialer Richtung

keinen erheblichen Wachsthumswiderstand zu überwinden haben, was nothwendig eine Verlängerung derselben in der Querrichtung zur Folge haben muss. Sind die Zellen über die grösste Peripherie des Haarknopfes hinaus, so kehrt sich das Verhältniss allerdings um, indem auch sie wie alle anderen Elemente des Haares und der inneren Wurzelscheide in einen allmälig sich verjüngenden Conus hineinwachsen; allein nun haben sie sich mit ihren Flächen und seitlichen Rändern bereits übereinander geschoben, so dass jetzt ein Druck in tangentialer Richtung nicht mehr einen ähnlichen Effect erzielen kann, wie an den früher besprochenen Zellschichten. Dass die Umlegung der Plättchen durch die ungleiche Wachsthumsgeschwindigkeit von Haar und Wurzelscheide erfolgt, wurde schon früher auseinandergesetzt, ich brauche deshalb darauf nicht mehr weiter einzugehen.

Wenn im Vorhergehenden der Versuch gemacht wurde, die mannigfaltigen Formen und Verbindungen der am Haare und den Wurzelscheiden vorkommenden Zellen mechanisch zu erklären, so könnte es vielleicht dem kritischen Leser scheinen, dass vielfach dieser Versuch mit Rücksicht auf die sehr bescheidenen thatsächlichen Grundlagen sich zu weit in das Gebiet der vagen Vermuthung verliere. In der That entbehren auch einige wesentliche Annahmen wie die, dass bei den Markzellen des Haares und den Oberhäutchenzellen eine raschere Zellvermehrung stattfinde als bei den anderen Elementen einer sicheren empirischen Basis.

Dagegen sind gewisse mechanische Vorgänge, das Hinüberschieben der inneren Wurzelscheide über das Haar, das Umlegen der Oberhautplättchen und die Rolle, welche der tiefe Ursprung der inneren Wurzelscheide unter der Haarsubstanz an der Papille spielt, so weit klar zu überblicken, dass wir mit Bestimmtheit behaupten können, zur Bildung eines Haarschaftes mit Fasersubstanz und Oberhäutchen gehöre eine Papille und eine innere Wurzelscheide. Wenn daher Götte[1] und bis zu einem gewissen Grade auch Unna diese beiden letztgenannten Dinge als überflüssige Docorationsgegenstände betrachten und regel-

---

[1] Zur Morphologie der Haare. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. IV.

rechte Haare mit Rinde und Oberhäutchen, ohne innere Wurzelscheide und Papille mitten in den Zellen der äusseren Wurzelscheide entstehen oder fortwachsen lassen (Schalthaare, Beethaare), so muss ich dies schon jetzt als eine mechanische Unmöglichkeit erklären.

Ein weiteres Eingehen auf die unglückliche Erfindung der Schalt- und Beethaare, welche die Lehre vom Haarwechsel so sehr complicirt machen und ohne ausreichende Begründung, die älteren, einfacheren Anschauungen zu erschüttern suchen, behalte ich mir für den folgenden Abschnitt vor.

III. Die Abstossung des Haares von der Papille und die Bildung des Haarkolbens.

Der Haarwechsel leitet sich dadurch ein, dass die Production neuer Zellen von den Matrixzellen der Papille aus allmälig schwächer wird und endlich gänzlich aufhört. Schon bevor das Haar abgestossen wird, kann man das allmälige Aufhören des Wachsthums daran erkennen, dass einmal der Haarschaft dünner wird und dass an markhaltigen Haaren kein Mark mehr producirt wird. Schliesslich scheint ziemlich gleichzeitig an Haar und innerer Wurzelscheide die weitere Zellbildung ganz aufzuhören. Über die entfernteren Ursachen der Sistirung des Wachsthums lassen sich nur vage Vermuthungen hegen, die sich nicht ausreichend begründen lassen, ich verzichte darauf solche aufzustellen. Es handelt sich hier um einen bei vielen Thieren exquisit periodischen Vorgang und auch beim Menschen lässt sich nach den Untersuchungen von Donders und Moll an den Cilien und jenen von Pincus an den Kopfhaaren nicht bezweifeln, dass die Haare eine typische Lebensdauer besitzen.

Wächst das Haar nicht mehr, so wird es von der Papille abgehoben (vergl. Fig. 12 und 18 ζ, Taf. II), indem der Haarbalg zunächst am Grunde zusammenfällt und alle epithelialen Theile mit Ausnahme einer einzigen Zellenschicht (Fusszellen), welche auf der Papille und der gegenüberliegenden Wand des Haarbalges sitzen bleiben, in die Höhe rücken. Es häutet sich also zunächst am Grunde der Haarbalg so, dass nur die unmittelbar dem bindegewebigen Haarbalge ansitzenden Matrix- oder

Fusszellen übrig bleiben. Die Trennung zeigt sich im Bereiche der äusseren Wurzelscheide durch eine scharfe Grenze über den Fusszellen (vergl. Fig. 12 und 13 *c* im Grunde des Haarbalges). An der Papille ist mit der Trennung auch schon eine völlige Abstossung erfolgt, so dass jetzt die Matrixzellen der Papille seitlich an die schon von Anfang an meist einschichtige Wurzelscheide stossen (Fig. 12 und 13), während an der Spitze der Papille unregelmässig vertheilte, abgestossene Zellen die regelmässige Lage der festsitzenden Matrixzellen überdecken. Es ist offenbar durch eine von unten und gegen die Axe des Haarbalges radiär wirkende Kraft, die kappenförmig die Papille umfassende Haarwurzel mitsammt der inneren Wurzelscheide bis zu den Matrixzellen abgehoben worden. Die hohle Haarwurzel wird in dem Masse, als sie von der Papille abrückt, comprimirt und muss mit den letzten in Verhornung begriffenen Zellen ein nach unten sich verschmächtigendes stumpfes Ende bekommen, das den Haarzellen entspricht, welche den untersten Haarmatrixzellen ihren Ursprung verdanken. Die innere Wurzelscheide ist mit ihren beiden Schichten am abgestossenen Haare deutlich zu unterscheiden, doch hüllen die glashellen Zellen der Henle'schen Schicht nicht das ganze Haarende ein, sondern hören bei Cilien und Kopfhaaren schon 0·3 — 0·38 Mm. über dem unteren Haarende auf (Fig. 12). Es ist dies bemerkenswertherweise dieselbe Distanz, in welcher von der Basis der Papille an gerechnet, bei in voller Vegetation begriffenen Haaren die Zellen der Henle'schen Schicht hell zu werden anfangen. Nach abwärts setzen sich die Zellen der inneren Wurzelscheide in einen das Haar umgebenden Zellhaufen fort, der sich von den umgebenden Zellen der äusseren Wurzelscheide nicht scharf trennen lässt. Wie es kommt, dass die Haarsubstanz bei der Abstossung weiter in die Tiefe reicht, als die deutlich als solche zu erkennende innere Wurzelscheide, obwohl letztere tiefer unten ihre Matrix hat, ist schwerlich in der Weise zu erklären, dass die innere Wurzelscheide bereits früher in ihrem Wachsthume aufhört als das Haar, wie Unna annimmt. Mir scheint es wahrscheinlicher, dass die untersten Zellen der inneren Wurzelscheide inclusive jener der beiden Oberhäutchen noch während der Abstossung zunächst einen mehr indifferenten Charakter bewahren,

und in diesem Zustande das ganze untere Haarende bedecken. Dafür spricht, dass es mir niemals gelungen ist, ein im Beginne der Abstossung befindliches Haar zu sehen, das unmittelbar an die Matrixzellen des sich häutenden Balges anstiess. Immer schoben sich zwischen Haar und Matrixzellen der äusseren Wurzelscheide Zellen ein. Da nun im Grunde der Haartasche die äussere Wurzelscheide, wenigstens bei den Cilien, einschichtig ist, so müssen die das Haarende überkleidenden Zellen wohl von der Matrix der inneren Wurzelscheide stammen, es müsste denn im letzten Moment die äussere Wurzelscheide im Grunde des Haarbalges productiv werden, was bei den augenscheinlichen Vorgängen allgemeiner Atrophie der epithelialen Theile, die später noch weiter zu besprechen sind, ganz unwahrscheinlich ist. Es wäre nur noch die Möglichkeit zu bedenken, dass diese stets das untere Haarende überziehenden Zellen umgewandelte Oberhäutchenzellen sind, denn der unter der Grenze der inneren Wurzelscheide befindliche Theil des Haares, den wir von nun an kurzweg mit Henle als Haarkolben bezeichnen können, besitzt selbstverständlich kein normales Oberhäutchen mehr, da sich ein solches nur während der Vegetation der inneren Wurzelscheide bilden kann. Doch wird man kaum diese Möglichkeit für wahrscheinlicher halten wollen, als die Annahme, dass die den Haarkolben zunächst umgebenden Zellschichten allen früher genannten Lagen (innere Wurzelscheide mit beiden Oberhäutchen) entsprechen.

Dass diese Auffassung entschieden den Vorzug verdient, ergibt sich aus den Veränderungen, die an der inneren Wurzelscheide des abgestossenen Haares zunächst auftreten. In Fig. 12 stosst der pigmentirte Haarkolben unmittelbar an die fraglichen Zellen, die sich, wie gesagt, von der umgebenden äusseren Wurzelscheide nicht scharf trennen lassen. Am unteren Theile der unzweifelhaften inneren Wurzelscheide sieht man noch deutlich eine Trennung der Huxley'schen und Henle'schen Schicht, indem die erstere noch ein Stück weit aufwärts als dunkelkörnige Lage zu erkennen ist. In Fig. 13 ist das Haar bereits etwas weiter nach aufwärts gerückt. Hier ist auch die Huxley'sche Schicht ganz hell geworden; ein Beweis, dass noch nach der Abstossung die Metamorphosen, welche die Zellen der inneren

Wurzelscheide während der Haarvegetation eingehen, fortdauern können.

Was die Umgebung des Haarkolbens betrifft, so ist dieselbe auch jetzt noch ziemlich scharf von der deutlich differenzirten inneren Wurzelscheide abgesetzt, man bemerkt aber, dass die unmittelbare Umgebung der pigmentirten verhornten Fasermasse des Haarkolbens jetzt heller zu werden beginnt. Betrachten wir Haare, die schon so weit abgestossen sind, dass das obere Ende des Kolbens nahe an die Mündung der Talgdrüsen zu liegen kommt, so können wir an denselben nun nicht mehr eine untere scharfe Grenze der inneren Wurzelscheide erkennen. In Fig. 14 und 15 sind solche Haare dargestellt; *b* ist die unzweifelhafte innere Wurzelscheide, die jetzt an ihrem unteren Ende eigenthümlich umgeschlagen erscheint. Wie dies zu Stande kommt, soll später noch erörtert werden. Betrachten wir den Haarkolben, so sehen wir denselben jetzt (Fig. 14) aus einer inneren dunklen, pigmentirten und aus einer äusseren glashellen Schicht bestehend, die sich nunmehr gegen die umgebenden Zellen der äusseren Wurzelscheide ziemlich scharf mit einem zackig aufgefaserten Rande absetzt, während sie nach aufwärts ohne scharfe Grenze in die innere Wurzelscheide übergeht oder wenigstens in ihrem optischen Verhalten sich von dieser nicht mehr scharf unterscheidet. Ich nehme nun als das Plausibelste an, dass die Bildung dieses hellen Theiles des Haarkolbens durch Umwandlung der vom Grund des Haarbalges abgestossenen, noch nicht deutlich differenzirten Zellen der inneren Wurzelscheide, inclusive der beiden Oberhäutchen erfolgt sei. Diese Zellen bilden mit dem eigentlichen pigmentirten Haarkolben ein untrennbares Ganzes. Während der Vegetation des Haares bleiben Haar und innere Wurzelscheide getrennt, weil letztere rascher wachsend, beständig über das Haar hingleitet. Im Momente der Abstossung hört dieses ungleiche Wachsthum auf und es liegt jetzt kein Grund mehr vor, der eine Trennung von Haar und innerer Wurzelscheide bewirken könnte. Nur bis zu dem Punkte, bis zu welchem die völlige Differenzirung der verschiedenen Zellschichten schon vor der Abstossung sich ausgebildet hat, bleiben Haar und innere Wurzelscheide auch nach der Abstossung getrennt.

Bisher haben wir bei den Veränderungen der inneren Wurzelscheide und des Haarkolbens abgesehen von dem Verhalten des Haarbalges. Um aber eine vollständigere Einsicht in die Veränderungen dieser Gebilde zu gewinnen, müssen wir jetzt den Haarbalg selbst ins Auge fassen. Der bindegewebige Haarbalg besteht in seinem unteren Theile aus drei Schichten, die von innen nach aussen gerechnet, 1. aus der Glashaut, 2. der Ringfaserschicht und 3. aus der Längsfaserschicht bestehen. Die Glashaut hört, wie ich übereinstimmend mit Unna finde, am Halse der Papille auf.

Die Ringfaserschicht besteht aus einem eigenthümlichen Gewebe, das durch seinen grossen Reichthum an Kernen ausgezeichnet ist. Die Kerne zeigen einen queren Verlauf, sind häufig sehr lang, stäbchenförmig und färben sich lebhaft in Hämatoxylin. Die Schicht erinnert an eine glatte Muskellage. Die zu den Kernen gehörigen Zellen lassen sich nicht recht zur Anschauung bringen und es ist heute noch zweifelhaft, ob es sich um glatte Muskelzellen handelt. Auch ich konnte von der Natur derselben bisher keine sichere Vorstellung gewinnen. Jedenfalls handelt es sich nicht nur um eine einfache Muskelschicht, denn fibrilläres Bindegewebe mit elastischen Fasern ist in dem fraglichen Gewebe reichlich vorhanden.

Das Gewebe der mittleren oder Ringfaserschicht des Haarbalges steht in directer Continuität mit der Haarpapille, die ebenfalls durch einen grossen Reichthum an Zellkernen sich auszeichnet. (Vergl. Fig. 12, d_2 und p.)

Die äussere oder Längsfaserschicht des Haarbalges bildet an Haaren, welche in voller Vegetation begriffen sind, einen Blindsack, in dem die Bindegewebsbündel der einen Seite unter der Papille in die der entgegengesetzten Seite umbiegen. Dies lässt sich am leichtesten an den Kopfhaaren des Menschen sehen, die während der vollen, kräftigen Vegetation stets mit ihrem unteren Ende im subcutanen Fette stecken. Mittlere und äussere Schicht des Haarbalges sind übrigens weder unter sich, noch von dem benachbarten Bindegewebe der Cutis scharf getrennt und oberhalb der Insertion des Arrector pili kann überhaupt von einem eigentlichen Haarbalge nicht mehr gesprochen werden.

Die erste Veränderung nun, die ich am Haarbalge bemerke, wenn ein Haar sich von der Papille abgehoben hat, ist eine auffällige Zellenanhäufung unter der Papille am Übergange derselben in die mittlere Haarbalgscheide. (Vergl. Fig. 12.) Die Erscheinung tritt an Hämatoxylinpräparaten prägnant hervor, der Schnitt erscheint bei ganz schwacher Vergrösserung wegen der zahlreichen, dicht stehenden Kerne an dieser Stelle lebhaft blau. Die Zellenanhäufung mag wohl in einem plötzlich verminderten Drucke ihren Grund haben, der bei der Haarloslösung an der Basis der Papille sich besonders bemerkbar machen wird.

Gerade am Grunde der Papille muss ja während der Vegetation des Haares ein Wachsthumsdruck vorhanden sein, der offenbar nicht nur darin sich äussert, dass das Haar mit allen seinen Theilen nach oben geschoben wird, sondern der allseitig wirkend mit den Druckkräften der Umgebung sich ins Gleichgewicht gesetzt hat. Die Druckkraft, die verhindert, dass das Wachsthum der Haarmatrix nicht nach allen Richtungen des Raumes von der Papille aus gleichmässig geschehe, ist offenbar die Gewebespannung, welche im Haarbalge selbst und in seiner Umgebung besteht. Hört das Haar zu wachsen auf, so hat diese Gewebespannung keinen Gegendruck mehr, sie führt zu einer Verengerung des Haarbalges, zur Abhebung des Haares von der Papille und gleichzeitig zu einer Hebung derselben. In der Richtung nach oben, in der früher das Haar wuchs, ist offenbar der geringste Widerstand vorhanden; es muss daher die Papille emporgeschoben werden. Man sollte nun denken, dass der gesammte Grund des Haarbalges mit emporgeschoben wird. Dies ist jedoch nicht der Fall.

Nur die Glashaut mit der Papille rückt nach aufwärts, während die beiden äusseren Haarbalgscheiden hinter der sich emporhebenden Papille zusammenfallen. Dieser Umstand führt nun zu einer Bildung die von Wertheim[1] schon vor vielen Jahren beschrieben, aber bis heute noch nicht völlig in ihrer Bedeutung erkannt wurde. Ich meine den Haarstengel und den Haarkelch. Die äussere Haarbalgscheide ist überall in Verbindung mit dem umgebenden Bindegewebe und kann dess-

[1] Sitzungsb. d. k. Akad. in Wien. Mathem.-naturw. Cl. Bd. L.

halb nur in geringem Masse ihre Lage verändern. Die Glashaut aber hebt sich theilweise vielleicht durch ihre eigene elastische Spannung, grossentheils aber durch den Druck des umgebenden Gewebes in die Höhe. Mit der Glashaut wird auch die am Grunde derselben mit dem Halse fest ansitzende Papille in die Höhe geschoben und dadurch ein Zug auf den unmittelbar unter der Papille befindlichen Theil der mittleren Haarbalgscheide ausgeübt. In den so entstehenden Raum hinter der Papille wird nun successive die mittlere Haarbalgscheide unter gleichzeitiger Wucherung ihrer Elemente hineingedrückt. Es entsteht so hinter der Papille ein Strang, der aus der äusseren Haarbalgscheide (Fig. 13—15 h_1) und einer centralen kernreichen Masse, der Fortsetzung der mittleren Haarbalgscheide und der Papille (Fig. 13 bis 15 h_2) besteht: der Haarstengel Wertheim's. Wo der Haarstengel auf den noch nicht zusammengefallenen Balgtheil übergeht, befindet sich natürlich eine kelchartige Erweiterung Wertheim's Haarkelch.

Wenn die hier gegebene Darstellung richtig ist, so muss sich das Hinaufrücken des Balges beziehungsweise der Papille auch durch Messungen constatiren lassen. In der That ergaben Messungen der Bälge von Cilien, die in voller Vegetation sich befinden im Vergleiche mit solchen, die sich in der Ausstossung befinden, ein entschiedenes Übergewicht in der Länge der ersteren.

Bei fünf in rein axilen Schnitten vorliegenden Bälgen in voller Vegetation befindlicher Cilien, betrug die Länge von der Mündung bis zur Basis der Papille 2·17—2·3 Mm.; bei sieben Bälgen desselben Augenlides mit abgestossenen Haaren, mit Haarkolben und Haarstengel, die alle ungefähr dem in Fig. 14 gezeichneten Bilde entsprachen, betrug dieselbe Distanz 1·21—1·45 Mm. Man ersieht hieraus, dass die Basis der Papille während der Ausstossung ungefähr um die Hälfte der ursprünglichen Länge des Haarbalges nach aufwärts rückt. Man darf nicht glauben, dass es sich etwa in dem zweiten Falle um Haarbälge handle, deren Papille von vornherein schon während der vollen Vegetation des Haares weniger tief gelagert war; stets sieht man die Papillen ausgestossener Haare viel höher liegen und niemals liegt die Papille, wenn es einmal zur vollständigen Bildung des Haar-

kolbens gekommen ist, wie es Fig. 14 darstellt, tiefer als es den früher angegebenen Zahlen entspricht, wie mich Messungen an mehreren Augenlidern überzeugten. Ist einmal das Haar von der Papille abgehoben, so ändert sich die Distanz des Kolbens von der Papille nur mehr wenig (vergl. Fig. 12, 13 und 14). Die Hebung des Haares geschieht also wesentlich durch Hebung des ganzen Balges mit Ausnahme der beiden äusseren Haarbalgscheiden, welche sich in den Haarstengel umwandeln. Ausgedehnte Erfahrungen liegen mir über die Längenverhältnisse der Bälge der Kopfhaare vor. Circa 300 vergleichende Messungen an sechs verschiedenen Kopfhäuten Erwachsener, deren protokollarische Vorführung ich übrigens nicht für nothwendig halte, haben als ausnahmslose Regel ergeben, dass die Papille ausgestossener Haare beträchtlich nach aufwärts rückt. Beispielsweise führe ich an, dass die voll vegetirenden Haare eines 22jährigen Mannes, der an einer Cyankaliumvergiftung gestorben war, Bälge von 3·2—4·1 Mm. Länge besassen, die mittlere Länge aus 50 Messungen entnommen, ergab 3·6 Mm. Die Länge des Haarbalges bis zur Papillenbasis an Haaren in verschiedenen vorgeschritteneren Stadien der Abstossung betrug bei demselben Individuum 1·13—2·16 Mm., im Mittel nach 12 Messungen 1·68 Mm. Es ist also auch hier eine Verkürzung des Haarbalges um mehr als die Hälfte zu constatiren. Die Messungen an den Kopfhänten der sechs anderen durchwegs älteren Individuen, ergab ein ganz übereinstimmendes Resultat. Fig. 18 stellt verschiedene Ausstossungsstadien von Haaren (ζ, γ, ε) in den richtigen mit der Camera nach dem Präparate copirten Verhältnissen von der Kopfhaut dar, sie mag als Erläuterung zu dem eben Gesagten dienen.

Dürfen wir es nun als gesicherte Thatsache betrachten, dass die Papille unter Bildung eines Haarstengels nach aufwärts rückt, so können wir jetzt diese Thatsache zur Erklärung einiger Erscheinungen verwenden, die uns sonst völlig unverständlich bleiben würden.

Durch den von unten und centripetal gegen die Haarbalgaxe wirkenden Druck wird der gesammte epitheliale Inhalt des Haarbalges nach aufwärts gedrängt, die über der Papille befindlichen Zellen der äusseren Wurzelscheide werden allmälig in den

Haarkolben von allen Seiten hineingedrückt. Das Haar selbst kann nicht ohne Widerstand hinausgedrückt werden, es ist während der Ausstossung durch die Zahnvorrichtung der inneren Wurzelscheide am freien Austritt gehindert. Indem nun die Zellen der äusseren Wurzelscheide von unten her allseitig andrängen, entsteht eine eigenthümliche besenartige Auffaserung des Haarkolbens, wie sie anfänglich beim Beginne der Abstossung (vergl. Fig. 12, 13 und 14) noch nicht zu bemerken ist. Der freie Theil der inneren Wurzelscheide, der weit über der unteren Spitze des Haarkolbens liegt, wird begreiflicherweise selbst weniger emporgeschoben als das Haar. Schliesslich kommt es dazu, dass trotz des Widerstandes, den die Sperrvorrichtung an der inneren Wurzelscheide leistet, das Haar so durch die innere Wurzelscheide geschoben wird, dass sich dieselbe an der Stelle, wo ihr freier Theil mit dem inzwischen vollständig ausgebildeten Haarkolben verschmilzt, allmälig umschlägt (vergl. Fig. 14 und 15). Dabei verdünnt sich die innere Wurzelscheide immer mehr, offenbar dadurch, dass das Haar, das sich durchschiebt, dieselbe mitnimmt, und endlich in das Bereich der Region bringt, wo bereits eine vollständige Epidermisauskleidung des Haarbalges nebst den Talgdrüsen sich findet. So verschwindet die innere Wurzelscheide zwischen verhornten Epidermiszellen und Talgdrüsensekret mit alleiniger Ausnahme der umgeschlagenen Stelle, die erst mit dem Haare selbst ausgestossen wird und nun die Grenze zwischen Schaft und Kolben des reifen Haares dar stellt (Fig. 15 *b*). Das Haar reicht jetzt mit seiner oberen Kolbengrenze bis in die Gegend der Talgdrüsen; bei Kopfhaaren mit seinem unteren Ende ungefähr bis an die Insertion des Arrectos. So bleibt es für längere Zeit hier liegen, denn die meisten abgestossenen Haare findet man an Schnitten an dieser Stelle, während die Zwischenstadien verhältnissmässig sehr selten zu finden sind. Bei Reh, Hirsch und Gemse bleiben, wie man aus den Untersuchungen Langer's[1] weiss, die von der Papille abgehobenen Haare während des ganzen Winters bis Anfangs März in ihren Bälgen.

Was ist es nun, was dem Abstossungsprocess eine Grenze setzt? Dies ist, wie ich glaube, einzig und allein der Umstand,

[1] Denkschriften der k. Akad. d. Wissensch. in Wien, I. Bd., 1850.

dass der bis in die genannte Gegend vorgerückte Balg sich nicht mehr weiter verkürzen kann. Durch den vorausgegangenen Process sind das Haar und mit ihm die Wurzelscheiden nach oben geschoben. In demselben Masse, als sich der untere Theil des Follikels verengert, muss der obere durch die Entstehung einer Anschoppung der abgestossenen Zellen erweitert werden; das früher gestörte Gleichgewicht in der Spannung der Gewebe ist jetzt wieder hergestellt. Dazu trägt nicht nur der Widerstand bei, den die sich stauenden Zellen bilden, es kommt dazu noch der Zug, den der Haarstengel in dem Masse, als er sich ausbildet, nach unten ausübt. Endlich kann es über der früher genannten Stelle überhaupt nicht mehr zu einer Ausbildung eines Haarstengels kommen, weil über dem *Arrector pili* kein eigentlicher Haarbalg mehr existirt, sondern die äussere Wurzelscheide sozusagen direct auf der Cutis aufsitzt. So steckt denn jetzt der Haarkolben in einer durch angehäufte Zellen erweiterten Stelle unterhalb der Mündung der Talgdrüsen fest eingekeilt in die ruhende äussere Wurzelscheide, um erst dann seinen Platz zu verlassen, wenn die Bildung eines neuen Haares schon ziemlich weit fortgeschritten ist.

Nachdem wir nun den Process des Wachsthums und der Abstossung der Papillenhaare verfolgt haben, müssen wir uns fragen, ob es neben diesen bei den Säugethieren und beim Menschen noch andere Haare gibt, die ohne Papille entstehen oder wachsen. Götte hat die äusserst gewagte Behauptung aufgestellt, dass Haare unabhängig von Papillen mitten im Haarbalge aus den Zellen der äusseren Wurzelscheide entstehen können, die er Schalthaare nennt. Nachdem Götte keine greifbaren Unterschiede anführt, wodurch das Schalthaar von dem reifen abgestossenen noch im Balge steckenden Papillenhaar sich unterscheiden liesse, so muss ich mich denjenigen anschliessen, welche das Schalthaar für ein abgestossenes Papillenhaar erklären (Feiertag und Unna). Was Götte zu der irrigen Vorstellung von den Schalthaaren geführt hat, ist offenbar der Umstand, dass die reifen Haare stets in sehr kurzen Bälgen stecken, so dass allerdings auf den ersten Blick, wenn man den Abstossungsprocess nicht Schritt für Schritt verfolgt, es schwer begreiflich scheint, dass die in langen Bälgen stecken-

den Papillenhaare ein früheres Stadium der „Schalthaare" darstellen. Hat man ganz dünne Kolbenhaare vor sich, die wahrscheinlich in Folge vorzeitiger seniler Atrophie des Balges abgestossen wurden, ehe es zu einer kräftigen Haarvegetation kam, findet man es vollends klar, wie Götte zu seiner Lehre kam.

In neuester Zeit hat Unna die Behauptung aufgestellt, dass das reife Haar, wenn es einmal in seine definitive Lage unterhalb der Talgdrüsen gekommen ist, noch fortwachse. Er bezeichnet die erweiterte von den Zellen der äusseren Wurzelscheide erfüllte Stelle, in welcher der Kolben des reifen Haares steckt, als Haarbeet und das Haar als „Beethaar". Die Gründe, die Unna annehmen lassen, dass das „Beethaar" noch wächst, sind: 1. Dass die Zellen der äusseren Wurzelscheide so fest in den Haarkolben eingekeilt sind, dass sie an Picrocarminpräparaten den Eindruck machen, als würden sie sich successive in Haarsubstanz umwandeln. 2. Dass das sogenannte Haarbeet als ein Wachsthumsherd für das abgestossene Haar schon im Embryo angelegt sei.

Was den ersten Punkt anlangt, so ist die Entstehung der innigen Verbindung zwischen Haarkolben und äusserer Wurzelscheide im Früheren auseinandergesetzt, dass es zu einem wirklichen Wachsthum des „Beethaares" kommt, muss ich bestreiten. Das „Beethaar" besitzt stets bis nahe an den Haarkolben ein deutlich ausgebildetes Oberhäutchen, wie am übrigen Theil des Haarschaftes. Wie die Bildung des Oberhäutchens am Papillenhaare zu Stande kommt, wurde früher auseinandergesetzt, dass ein solches noch am „Beethaar" gebildet werden soll, wo von allen Seiten die Stachelzellen in den Haarkolben einstrahlen, kann ich mir absolut nicht vorstellen. Bis nicht das Gegentheil erwiesen ist, wird man berechtigt sein, anzunehmen, dass ein Haaroberhäutchen nur dort gebildet wird, wo die Entwicklung desselben deutlich zu verfolgen ist; nämlich von der Papille aus im Zusammenhange mit der inneren Wurzelscheide. Messungen an „Beethaaren" des Bartes ergaben eine Entfernung des Beginnes des Haaroberhäutchens von der Spitze des Haarkolbens von 0·35—0·6 Mm. im Mittel aus 20 Messungen. Diese Distanz ist aber ungefähr entsprechend der Entfernung von der Basis der Papille bis zum Beginne der deutlichen Ausbildung der inneren Scheide am wachsenden Papillenhaare und, nach den frühe-

ren Auseinandersetzungen, der Länge des Haarkolbens, wie er sich während der Abstossung ausbildet. Ich schliesse aus alldem, dass der Schaft des „Beethaares" nicht mehr wächst, mit anderen Worten, dass der Haarschaft in dem Momente der Abstossung des Haares von der Papille sein Wachsthum vollständig abgeschlossen hat.

Was nun den zweiten Punkt, das „präformirte Haarbeet" anlangt, so hat es mit demselben eine eigenthümliche Bewandtniss. Es ist richtig, dass der Haarbalg an embryonalen Haaren stets unterhalb der Talgdrüsen eine eigenthümlich erweiterte Stelle zeigt. Die Erweiterung ist aber, wie ich mich an den Haaren eines 6monatlichen Embryo überzeugte, in inniger Beziehung zur Entwicklung des Arrector pili, wovon Unna gar nichts erwähnt. Häufig, ja man kann sagen in der Regel, sieht man, wenn Längsschnitte senkrecht durch die Haut, aber in der Ebene, in welcher das Haar geneigt ist, geführt werden, auf der Seite, wo das Haar mit der Hautoberfläche einen stumpfen Winkel bildet, die Insertion des Arrector pili am Haarbalge (Fig. 18 *ii*). Diese Insertionsstelle ist nun beim Erwachsenen durch keine auffällige Erweiterung des Haarbalges ausgezeichnet, es geht vielmehr der äussere Contour der äusseren Wurzelscheide gleichmässig gerade über die Stelle hinweg oder zeigt höchstens eine ganz unbedeutende Ausbuchtung. Untersucht man dagegen das Haar eines Embryo (Fig. 17), ehe noch ein Haarwechsel an der betreffenden Hautstelle eintritt, so bemerkt man stets eine starke Ausbuchtung an der äusseren Wurzelscheide, gerade an der Insertion des Arrector pili. Die Ausbuchtung hat sehr häufig die Gestalt eines Zapfens, der von unten nach aussen und oben genau in der Richtung des Arrectors verläuft und an dessen Ende und Seiten die Fasern des bereits deutlich erkennbaren Arrectors sich ansetzen, umhüllt von einer Scheide, die nach abwärts sich in den Haarbalg fortsetzt (Fig. 17, *g*). Man erhält den Eindruck, dass die ganze Bildung durch ein der Verlängerung des Arrectors vorauseilendes Wachsthum des Haarbalges und des Haares bedingt sei.

Die Bildung verschwindet später total. An der Oberlippe desselben 6monatlichen Embryos, von welchem das in Fig. 17 gezeichnete Präparat der Kopfhaut entnommen war, zeigte sich

bereits der erste Haarwechsel, also der Beginn der Bildung von Beethaaren. Ich konnte dort, wo das „Haarbeet“ offenbar, wenn die Vorstellungen Unna's richtig wären, in besonders guter Ausbildung zu erwarten war, an keinem Haare den eigenthümlichen Fortsatz der äusseren Wurzelscheide mehr finden. Dass demgemäss bei Erwachsenen von einem schon im Embryo präformirten Haarbeet keine Rede sein kann, ist klar. Denn das angeblich präformirte Haarbeet verschwindet später gänzlich und die Erweiterung, welche das reife Kolbenhaar einnimmt, bildet sich durch den von mir früher geschilderten Mechanismus. Obwohl ich nun gerne zugebe, dass die „Beethaare“ ungefähr an der Stelle stehen bleiben, welche dem von Unna beschriebenen „präformirten Haarbeet“ entspricht, so ist doch die Erweiterung an der Insertion des Arrectors am embryonalen Haare durchaus nicht die Vorstufe des „Haarbeetes“, weil sie ja gänzlich schwindet, ehe es zur Bildung von „Beethaaren“ kommt.

Merkwürdigerweise sind von den Dermatologen schon seit längerer Zeit bei pathologischen Processen der Haut Aussackungen an der Insertion des Arrectors beschrieben, die völlig mit jenen an den Embryonalhaaren übereinstimmen. So von Derby[1] als ein wesentlicher Befund bei Prurigo, was von Gay[2] bestätigt wird. Derby's Abbildung stimmt auffallend mit meiner Fig. 17 überein. Schon früher hatte J. Neumann[3] dasselbe bei Prurigo, Lichen ruber und seniler Atrophie der Haut gesehen, ausserdem aber noch ähnliche Aussackungen des Haarbalges an anderen Stellen. Über die Ursachen, welche diesen Aussackungen zu Grunde liegen, sind die genannten Autoren nicht einig, dass sie mit dem Wachsthume der Haare im Zusammenhange stehen, vermuthet keiner derselben. Fassen wir das über das „präformirte Haarbeet“ Mitgetheilte zusammen, so ergibt sich für die Annahme eines solchen keine genügende Grundlage und ich stehe nicht an die Lehre vom „Beethaare“ gerade so für einen Irrthum zu erklären, wie Götte's Lehre von den Schalthaaren.

---

[1] Sitzb. d. k. Akad. in Wien, Bd. LIX.

[2] Archiv für Dermatologie und Syphilis, Bd. III., 1871.

[3] Lehrbuch der Hautkrankheiten. 2. Aufl. 1870, p. 220.

Wir verlassen das reife Haar und wenden uns nochmals zu dem Haarbalge, dessen Verkürzung und Verengerung in seinem unteren Theile als wesentliche Ursache der Hebung und Einkeilung des Haarkolbens unterhalb der Talgdrüsen angesehen werden muss. Es sind nämlich noch einige Details zu besprechen, welche das Bild des früher geschilderten Ausstossungsprocesses vervollständigen sollen. Es wurde früher erwähnt, dass die Glashaut des Haarbalges mit der Papille in die Höhe rückt und sich verengert. Nur ein geringer Theil dieser bedeutenden Verminderung des von der Glashaut umschlossenen Raumes geschieht dadurch, dass sich dieselbe elastisch zusammenzieht. Dies geschieht anfänglich, so dass sich in Folge dessen die Glashaut verdickt. Bald aber folgt dieselbe passiv dem Drucke der Umgebung und faltet sich. Sehr stark sind die Falten ausgeprägt in longitudinaler Richtung, so dass zusammengefallene Haarbälge stets einen mehr weniger sternförmigen oder vielbuchtigen Querschnitt zeigen. (Vergl. Fig. 19.) Faltungen der Quere nach sind kein regelmässiges Vorkommen, doch sind auch solche oft in sehr ausgesprochener Weise vorhanden. Die Faltungen, welche der zusammengefallene Haarbalg an der Grenze zwischen Glashaut und äussere Wurzelscheide zeigt, sind im Querschnitte oft äusserst zierlich und erinnern an einen Drüsengang mit ansitzenden Acinis. Besonders reich gebuchtet sind die zusammengefallenen Haarbälge der Kopfhaut. Als ich dieses offenbar bisher wenig beobachtete Bild das erstemal sah, dachte ich daran, es könnte sich um einen pathologischen Vorgang handeln. Seitdem ich aber in sechs anscheinend gesunden Kopfhäuten Erwachsener und ebenso wenn auch weniger ausgesprochen an den Cilien constant Bilder fand, die im Wesentlichen der Fig. 19 entsprechen, muss ich die vielfach gebuchtete Form der zusammengefallenen Haarbälge als normal ansehen. Das Studium solcher Querschnitte gibt auch bestimmte Anhaltspunkte dafür, dass die Ausstossung des Haares und die Verkürzung des Haarbalges ohne Intervention von Muskeln geschieht. Man sieht nämlich zunächst angrenzend an die äussere Wurzelscheide (Fig. 19, *c*) eine punktirte oder homogene Masse d_1, die buchtige Glashaut. Es folgt nun die Ringfaserhaut. Wäre dieselbe ein sich contrahirender Muskelring, so müsste die Faserung

rein circulär verlaufen, wie z. B. an einem Arterienquerschnitt. Dies ist aber bei weitem nicht immer der Fall. Die Faserung läuft wohl im Allgemeinen um den Balg herum, die Faserbündel zeigen aber sehr oft keinen rein kreisförmigen Verlauf, sie biegen in die Buchten ein oder nach aussen ab, kurz, sie bilden die verschiedensten Winkel mit der Richtung der Tangente. Dies wäre nicht möglich, wenn man es mit einer Ringmuskelschichte zu thun hätte. (Vergl. Fig. 19, d_2.) Es ist dies ein weiterer Beweis für die Richtigkeit der früher aufgestellten Behauptung, dass es wesentlich der Druck des umgebenden Gewebes ist, der den Haarbalg comprimirt und das Haar nach oben treibt. Manchmal freilich sieht man auch leere Haarbälge, um welche wirklich die Ringfaserschicht einen ähnlichen circulären Verlauf zeigt wie eine contrahirte Ringmuskelschicht einer Arterie. Es wäre immerhin nicht ganz unmöglich, dass das früher geschilderte Bild erst ein secundäres, durch nachfolgende Bindegewebswucherung entstandenes ist, und dass primär an der ersten Abstossung des Haares eine active Contraction von Muskeln betheiligt ist; doch kann ich dies vorderhand kaum für wahrscheinlich halten.

Eine besondere Berücksichtigung verdient noch das Verhalten der Haarpapille. Die Papille ist im Momente, wo das Haar sich abstosst, noch von nahezu normaler Grösse. Bald aber sinkt sie mehr und mehr zusammen, sie wird abgeflacht, so dass ein Unterschied zwischen Hals und Körper nicht mehr besteht; sie sitzt dann mit breiter Basis auf dem Haarstengel auf. Man erhält bei Betrachtung einer Reihe von Präparaten den Eindruck, dass die Papille durch den Haarstengel gewissermassen nach unten gezogen wird und in Folge dessen sich abflacht. Es ist in der That naheliegend sich vorzustellen, dass der sich ausbildende Haarstengel, mit dem die Papille fest zusammenhänge einen Zug ausübt, indem er den den Haarbalg in die Höhe drängenden Kräften gerade an der Papille einen relativ grösseren Widerstand entgegensetzt. Thatsache ist jedenfalls, dass die Papille beim Emporrücken des Haarbalges schliesslich bis zu einem kleinen Höckerchen reducirt wird, das mit der Papille des vegetirenden Haares nur mehr wenig Ähnlichkeit hat. Immerhin bildet dieses Höckerchen noch immer eine deutliche Erhebung, die als Rest der Papille bezeichnet werden muss und ich

halte es für ganz sicher, dass die Papille während der Bildung des Haarkolbens niemals ganz zu Grunde geht, so lange überhaupt ein normaler Haarwechsel stattfindet. Die Verkleinerung und Abflachung der Papille hat zur Folge, dass nicht mehr alle Matrixzellen auf ihr Platz haben, welche sie während der Haarvegetation bedeckten. Es wird also ein Theil der Matrixzellen abgestossen, was sich an Papillen, deren Haarmatrixzellen stark pigmentirt sind, deutlich sehen lässt. Solche abgestossene Pigmentzellen sieht man häufig mitten in den abgestossenen Zellen der äusseren Wurzelscheide. (Fig. 14 *c′*, Fig. 19, *e″*). Die Pigmentzellen können nur von der Papille stammen, da in der Regel kein anderer epithelialer Theil des Haarbalges Pigmentzellen führt. Nur ausnahmsweise findet sich bei schwarzhaarigen Individuen Pigment in den Zellen der äusseren Wurzelscheide ganz am Grunde des Haarbalges.

Ich darf es am Schlusse dieses Abschnittes nicht unterlassen, wenigstens kurz auf die Darstellungen einzugehen, welche bisher von dem Processe der Abstossung der Haare gegeben wurden. Die Thatsache, auf welche ich das wesentlichste Gewicht lege, nämlich, dass der Grund des Haarbalges beiläufig um die Hälfte der ursprünglichen Länge des Haarbalges nach oben geschoben wird, findet sich nirgends betont. Langer[1] lässt zunächst den Follikel nach unten knospenartig sich verlängern. Kölliker[2] lässt das Haar durch ein verstärktes Wachsthum, der die Papille umgebenden Zellen emporgehoben werden. Diese Vorstellungen leiden augenscheinlich an dem Fehler, dass sie gleichzeitig mit der Sistirung des Haarwachsthums eine vermehrte Vegetation in anderen epithelialen Theilen am Grunde des Haarbalges einhergehen lassen. Der Lehre Langer's konnte Götte überdies mit Recht den Vorwurf machen, dass bei mehrmaligem Haarwechsel nothwendig die Haare in immer tiefere Regionen kommen müssten. Stieda[3] lässt die Bildung des Haarkolbens am ursprünglichen Sitze der Papille dadurch vor sich gehen, dass die Papille durch Atrophie gänzlich schwindet.

---

[1] L. c.

[2] Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 2.

[3] Müller's Archiv 1867.

Später lässt er dann einen Fortsatz der Wurzelscheide in die Tiefe wachsen, in den sich eine neue Papille für ein neues Haar hineinbilde. Die Papille atrophirt allerdings, aber erst nachdem das Haar abgestossen ist, sie verschwindet jedoch nie, sie bildet, wie Langer behauptet hat und wie ich bestätigen kann, die Grundlage eines neuen Haares. Ähnliches wie Stieda hatte schon früher Steinlin[1] behauptet. Der Vorstellung Stieda's haben sich im Wesentlichen Feiertag[2] und Redtel[3] angeschlossen. Der letztere zeichnet übrigens ein abgestossenes Tasthaar, an welchem das starke Hinaufrücken des Haartaschengewölbes und die Bildung des Haarstengels eklatant zu sehen ist. Er legt aber auf diesen Umstand kein Gewicht und hält den Haarstengel für den Hals der atrophirten Papille. Götte hat sich überzeugt, dass die kurzen, papillentragenden Fortsätze unter den ausgebildeten Kolbenhaaren stets weit über der Basis der Papillen voll vegetirenden Haare ihre Lage haben. Er erklärt aber diese Thatsache nicht aus den Vorgängen bei der Ausstossung der Haare, sondern verfällt auf die abenteuerliche Lehre von den „Schalthaaren". Daneben gibt Götte eine Darstellung der Abstossung der Papillenhaare, die im Wesentlichen darauf hinausgeht, dass der Haarknopf durch eine Contraction des Balges von der Papille abgehoben wird. Biesiadecki lässt die Ausstossung der Haare durch eine von unten nach aufwärts fortschreiende active Contraction des Balges erfolgen, eine Lehre, zu deren Begründung das Wichtigste fehlt, nämlich der Nachweis von Muskeln im Haarbalge. Schon früher hatte Wertheim die Behauptung aufgestellt, dass die Papille nicht nach abwärts rücke, sondern vielmehr der abgehobene Haarkolben emporgleite. Der neueste Autor Unna gibt eine Darstellung der Abstossung der Haare, die ebenfalls auf die Verkürzung der Haarbälge während der Abstossung keine Rücksicht nimmt. In Folge dessen erklärt er die Zellenanhäufung um den Haarkolben statt aus der Stauung der von unten heraufgeschobenen abgestossenen Zellen der äusseren Wurzelscheide, aus einer Wucherung

[1] Zeitschr. f. rationelle Medizin. Bd. IX.
[2] Über die Bildung der Haare, Dorpat 1875.
[3] Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 23.

der letzteren in loco und stellt, um das Verschwinden der inneren Wurzelscheide zu erklären, die Behauptung auf, dieselbe bewege sich rascher nach aufwärts als das Haar, während, wie der bereits von Götte und Redtel gesehene Umschlag derselben am Haarkolben unzweifelhaft beweist, das Gegentheil stattfindet. Dass Unna das regelmässige Emporrücken der Papille während der Abstossung des Haares verborgen blieb, ist um so merkwürdiger, als er die Haarstengel richtig aus Haarbälgen seiner „Beethaare“ entstehen lässt.

Auf einige Details in Bezug auf die Lehre vom Haarwechsel kann ich erst im nächsten Abschnitte eingehen, wo die Neubildung der Haare besprochen werden soll.

IV. Die Neubildung der Haare beim Erwachsenen und die Ausstossung des Kolbenhaares.

Die Neubildung der Haare erfolgt wenigstens an den Cilien und Kopfhaaren des erwachsenen Menschen, welche beiden Objecte allein von mir genauer untersucht wurden, im alten Balge und auf der alten Papille. Ich stelle damit an die Spitze dieses Abschnittes einen Satz, der bereits vor 28 Jahren von Langer aufgestellt wurde, in neuester Zeit aber namentlich auf die Untersuchungen Stieda's hin vielfach bezweifelt wird.

Wir haben früher den Process der Haarabstossung Schritt für Schritt verfolgt und gesehen, durch welche mechanische Vorgänge der untere Balgtheil verengt und die Papille abgeflacht wird. Ist der Haarkolben in seine bis zur Neubildung eines Haares stationäre Lage gerückt, so nimmt sich der zusammengefallene Balgtheil mit der abgeflachten Papille wie ein nach abwärts gewucherter Fortsatz aus. Stieda hat nun in der That das Bild so gedeutet. Wäre Stieda's Darstellung richtig, so müssten sich Kolbenhaare finden, die in einem unterhalb des Kolbens abgerundeten und bis dahin gleich weiten Haarbalge stecken, der keine Spur einer Papille trägt.

In der That bildet Stieda einen solchen Haarbalg in seiner Fig. 2 *A* ab. Ich habe aber die gegründete Vermuthung, dass dieses Bild auf einer Täuschung beruht. Häufig steht nämlich, wie dies Stieda selbst in seiner Fig. 9 zeichnet, das, was ich

als atrophischen Balgtheil mit der Papille betrachte, schief zur Richtung des darüberliegenden Kolbenhaares. Auf diese Schiefstellung des zusammengefallenen Balgtheiles bin ich im vorigen Abschnitte nicht eingegangen. Dass dieselbe durch asymmetrischen Zug der aus der *Pars reticularis Corii* in die Papillarschicht aufsteigenden Bindegewebsbündel bei Verschiebungen der Haut entstehen kann, wird man begreiflich finden, wenn man bedenkt, dass der weiche zusammengefallene Balgtheil jedem Drucke und Zuge nachgibt, während der starre Haarkolben Widerstand leistet. Genug, die genannte Schiefstellung ist sehr häufig zu sehen und an etwas dünnen senkrechten Schnitten kann es nun leicht geschehen, dass das Kolbenhaar in einem unten scheinbar gleichmässig abgerundeten Balge steckt, weil der schief abgehende zusammengefallene Balgtheil abgeschnitten wurde. So erkläre ich mir die in der Frage scheinbar entscheidende Fig. 2 *A* Stieda's. Ich meinerseits habe bei sorgfältigstem Suchen weder in der Kopfhaut noch an den Cilien je ein Kolbenhaar gefunden, dem der anhängende zusammengefallene Balgtheil mit der Papille fehlte, vorausgesetzt, dass der Schnitt nur dick genug war, um die früher erwähnte Möglichkeit auszuschliessen. Zu solchen Untersuchungen empfehlen sich ganz besonders Präparate, die mit Hämatoxylin tingirt und mit Nelkenöl aufgehellt sind. Auch an ziemlich dicken Schnitten hebt sich der stark tingirte zusammengefallene Balg mit seiner abgeflachten Papille deutlich von dem fast farblosen durchsichtigen Bindegewebe ab. Dass es sich bei Stieda stets um die allerdings stark atrophirte und abgeflachte Papille des alten Balges handelte, wo er von einem neugebildeten Fortsatz spricht, geht für mich auch daraus überzeugend hervor, dass alle, die angeblich neuen Papillen mit einem ganz regelrechten Haarstengel in Verbindung stehen. (Vergl. Stieda's Fig. 3, 5, 6 u. 9.) Nachdem früher nachgewiesen wurde, wie der Haarstengel während der Ausstossung des alten Haares entsteht, so kann über die Herkunft des angeblich neu gebildeten Fortsatzes kaum mehr ein Zweifel bestehen.

Über die Haarneubildung kann ich mich nun verhältnissmässig kurz fassen. Dieselbe leitet sich dadurch ein, dass die epithelialen Matrixzellen des atrophischen Haarsackes neuer-

dings zu vegetiren beginnen. Es entsteht in Folge dessen wiederum ein Überdruck, der das Haartaschengewölbe ausdehnt und dasselbe auf demselben Wege zurückschiebt, auf welchem es während des Wachsthumsstillstandes emporrückte. In dem Masse, als die Zellen, zunächst die Matrixzellen der äusseren Wurzelscheide, sich vermehren, verkürzt sich der Haarstengel, indem er wiederum das Material zur Bildung der mittleren und äusseren Haarbalgscheide abgibt, und gleichzeitig erhebt sich auch die Papille immer mehr und mehr und bekommt wiederum eine, vorerst nur schwache Einschnürung an ihrer Basis: den Hals. Ist derselbe angelegt, so ist auch das neue Häärchen bereits in Bildung begriffen. Das erste Stadium der Haarneubildung, das ich beobachten konnte, ist in Fig. 15, Taf. II dargestellt. Es zeigt sich eine im Ganzen kegelförmige helle Zellenmasse, welche knapp ober der Papille eine leichte Einschnürung hat und von den Zellen der äusseren Wurzelscheide sich scharf abgrenzt. Die Spitze des Kegels erscheint etwas gezackt. Die Basis desselben umfasst den Hals der Papille und ist durch eine Zellenlage *c*, die der Fortsetzung der äusseren Wurzelscheide entspricht, von der Glashaut getrennt. Über der Kuppe der Papille sieht man ziemlich kleine, stark pigmentirte Zellen in einer einzigen Lage, die an der Bildung des hellen Kegels unbetheiligt sind. Der Kegel entspricht der ganzen Lage nach offenbar der Anlage der inneren Wurzelscheide. An seiner Spitze hat sich bereits eine glashelle Partie b_3 abgesondert, die ich als erste Anlage der Henle'schen Schicht deute, während die weiter nach unten und einwärts liegende etwas körnige Zelllage der Huxley'schen Scheide entspricht (b_2). Von einer Anlage des Haares und der Oberhäutchen war noch keine Spur zu sehen. Die nächsten Stadien, die ich sah (Fig. 16), zeigten schon ein deutlich angelegtes Haar mit allen seinen Theilen. Der Kegel der äusseren Wurzelscheide hat sich stark erhoben, ist an der Spitze gezackt, im oberen Drittel vollständig glashell, weiter unten in Henle'sche und Huxley'sche Lage geschieden, welche beide, wie am voll vegetirenden Haar, sich an den jetzt bereits sehr deutlichen Papillenhals verfolgen lassen. Das stark pigmentirte Haar umfasst mit seiner Basis kappenförmig den obersten Theil der hier stumpf kegelförmigen Papille,

doch reicht diese Kappe weit weniger tief herab als am voll vegetirenden Haare. (Vergl. Fig. 1). Die Haaranlage läuft in eine dünne Spitze aus, welche das Ende der inneren Wurzelscheide noch bei weitem nicht erreicht hat. Das Haar- und Wurzelscheidenoberhäutchen sind deutlich zu sehen; die Zellen des ersteren erscheinen unverhältnissmässig gross.

Die weiteren Veränderungen bestehen nun darin, dass die Papille noch an Grösse zunimmt, das Haar durch tieferes Herabrücken seiner Matrix bis über den grössten Umfang der Papille dicker wird und endlich die mit ihm durch den Balg emporwachsende innere Wurzelscheide noch innerhalb des oberen Theiles des Haarsackes durchbricht. Die Wachsthumsvorgänge, welche diese Erscheinung erklären, wurden bereits im I. Abschnitte auseinandergesetzt. Während das Haar in seinem Wachsthume fortschreitet, rückt die Papille desselben im Haarstengel immer tiefer hinunter, um schliesslich, bei normalen Verhältnissen an dieselbe Stelle zu gelangen, wo sie war, als das abgestossene Haar noch voll vegetirte. Dann ist natürlich der Haarstengel verschwunden und die äussere Haarbalgscheide läuft wiederum bogenförmig um die Basis der Papille, respective das untere Ende der mittleren Haarbalgscheide.

Während das Haar sich entwickelt, oft erst, nachdem dasselbe schon durchgebrochen und mit seiner Papille an seinen definitiven Platz gerückt ist, wird nun auch das alte Kolbenhaar ausgestossen. Da das neue Haar neben dem alten herauswachsen kann, ohne es zu entfernen, so ist dasselbe nicht wohl als die directe mechanische Ursache der Ausstossung des alten Haares anzusehen. Ich glaube vielmehr, dass zu der Zeit, wo das neue Haar sich entwickelt, allmälig die äussere Wurzelscheide, die wie die ganze epitheliale Bekleidung des Haarbalges ruhte, wiederum überall productiv wird. Anfänglich ist deutlich zu sehen, dass der emporwachsende Kegel der inneren Wurzelscheide Zellen der äusseren Wurzelscheide mit sich vorschiebt, welche tief unten entstanden sind. Die Zellen erscheinen nach der Axe des Haarbalges verlängert und setzen sich scharf ab von den Matrixzellen der äusseren Wurzelscheide in den höheren Theilen des Haarbalges. (Vergl. Fig. 16 links oben.) Eine ebenso scharfe Grenze zeigt sich zwischen den Matrixzellen

und dem alten Zellhaufen der sich um den Haarkolben angeschoppt hat (Fig. 16, rechts oben c und c'). Ich stelle mir nun vor, dass von unten nach aufwärts gerade so, wie bei der Abstossung die Atrophie, bei der Neubildung die neuerliche Proliferation der Matrixzellen fortschreitet. Ergreift die Proliferation die Region des Haarkolbens, so wird derselbe dadurch gelockert und gehoben, weil die alten verschrumpften und halbverhornten Zellen keinerlei Verbindung mit den neuen weichen protoplasmareichen Zellen eingehen können. So wird endlich das alte Haar ganz entfernt und mit ihm der letzte Rest der früheren Epithelauskleidung des Balges, von der, wie schon früher bemerkt wurde, nichts übrig blieb als die unmittelbar dem bindegewebigen Substrat aufsitzende Matrix. Ich muss übrigens gestehen, dass ich gerade den Process der Entfernung des Haarkolbens nicht hinreichend genau verfolgt habe, um mit voller Sicherheit behaupten zu können, die Sache verhalte sich so, wie ich sie dargestellt habe. Zur völligen Klarstellung dieses Punktes dürfte die Haut periodisch sich haarender Thiere weit geeigneter sein als die von mir untersuchten Objecte.

Wir wenden uns nun zu der Frage, ob es ausser dem geschilderten Wiederersatze der ausgestossenen Haare durch neugebildete Haare, welche auf der alten Papille und im alten Balge entstehen, noch eine andere Art von Haarneubildung gibt. Was von den „Schalthaaren" und den ihnen innig verwandten Beethaaren zu halten sei, wurde schon im vorigen Abschnitte auseinandergesetzt. Es kann sich also hier nur mehr darum handeln, ob noch beim Erwachsenen neue Haare in ähnlicher Weise wie beim Embryo, durch Neubildung von der Oberhaut aus entstehen, oder durch eine von alten Haarbälgen ausgehende Sprossenbildung.

Was das von Wertheim behauptete Hervorspriessen der Haare aus den Haarstengeln anlangt, so ist klar, dass alle mit Haarstengeln versehenen Haare solche sind, die im alten Balge, auf der alten Papille entstehen. Wir haben ja früher verfolgt, wie der Haarstengel und Haarkelch gerade während der Ausstossung der Kolbenhaare sich bilden. Bei den primär sich anlegenden Embryonalhaaren fehlt stets der Haarstengel und Haarkelch, das blinde Ende des Haarbalges ist hier immer abgerundet.

Es ist also die Anwesenheit oder das Fehlen des Haarstengels das sicherste Kriterium, ob man es mit einem secundär im alten Balge oder mit einem primär entstandenen Haare zu thun hat. Gehen wir mit diesem Kriterium an das Studium junger Kopfhaare oder Cilien beim erwachsenen Menschen, so wird man, so weit meine ziemlich ausgedehnten Erfahrungen reichen, in keinem Falle, wo überhaupt eine Entscheidung möglich ist, den Haarstengel vermissen. Man vermisst ihn auch nicht an den von Götte abgebildeten „Primärhaaren“ des Erwachsenen (vergl. Götte's Fig. 16, 17, 21, 35 und 41), während auch bei Götte die Haarbälge der abgebildeten Embryonalhaare (9, 11 und 12), wenn sie überhaupt dargestellt sind, ein deutlich abgerundetes Ende besitzen. Was Götte verführt hat, in ausgedehntem Masse Haarneubildungen von der Oberhaut anzunehmen, ist offenbar wieder derselbe Umstand, der ihn auch die Schalthaarbildung aufstellen liess. Die Papillen der jungen Haare liegen immer relativ nahe der Oberhaut (vergl. Fig. 18 β), was allerdings nach den bisher geltenden Lehren vom Haarwechsel, welche auf das Emporrücken der Papille keine Rücksicht nehmen, nicht zu erklären ist. Untersucht man aber die hochliegenden Härchen genauer, so wird man stets finden, dass sie in einem alten Balge stecken. Man sieht nicht selten ihre Papille über der Insertion des völlig unveränderten Arrectors, aber stets unter der Einmündung der Talgdrüsen, oft ist noch deutlich eine Zusammenfaltung des Balgtheiles zu sehen, in dem früher der Haarkolben lag, kurzum, es lässt sich auch noch, abgesehen vom Haarstengel, an einer Reihe von Zeichen erkennen, dass man es mit dem alten Balge zu thun hat.

Wenn ich nun auch die Haarneubildung von der Oberhaut aus als normalem Process bei Erwachsenen an den von mir genau untersuchten Objecten mit voller Sicherheit in Abrede stelle, so kann ich ein Gleiches natürlich nicht für andere Objecte. Ich möchte aber doch zu bedenken geben, ob es sich denn überhaupt vorstellen lässt, dass Haare auf der Haut spriessen, wie Blumen auf einem Felde dort, wo zufällig ein Samenkorn hinfällt, während daneben andere verschwinden, ohne eine Spur ihres Daseins zu hinterlassen. Denn darauf läuft im Wesentlichen, wie ich die Sache auffasse, Götte's Vorstellung von der

Erneuerung der Haare beim Erwachsenen hinaus. Es wird aber Niemand, der die eigenthümliche, durchaus nicht regellose Vertheilung der Haare kennt, der weiss, in welch' innigen Beziehungen die Haarbälge zu den drüsigen Apparaten, der Muskulatur endlich auch zu dem gesetzmässig angeordneten Geflecht der Bindegewebsbündel stehen, einer solchen Vorstellung Geschmack abgewinnen können. Es wäre denn doch ein genauer Nachweis zu verlangen, wo die alten Bälge und mit ihnen die Talgdrüsen etc. hinkommen, wenn immer neue Haare von der Oberhaut aus entstehen. Eher wäre noch daran zu denken, dass von den alten Bälgen seitlich neue Sprossen, in die sich selbständige Papillen hinein bilden, erzeugt werden. In der That fehlt es nicht an Angaben (Kölliker[1], J. Neumann[2], Wertheim, Schulin[3]), welche einer solchen Vorstellung dadurch günstig zu sein scheinen, dass sie mehrere Haare in einem Balge (Wertheim) oder Haarbälge mit Fortsätzen, deren jeder ein Haar enthält (J. Neumann) constatiren. In diesen Fällen dürfte es sich aber meines Erachtens immer um Haarbälge handeln, die schon von vornherein als zwei oder mehrfach getheilt angelegt waren. Fertigt man Flächenschnitte der Kopfhaut an, so sieht man oft zwei, seltener drei und mehr Haare in einem Balge. Dasselbe kann man, wenngleich schwieriger an Längsschnitten constatiren und sich überzeugen, dass die Theilungsstelle des Balges immer über der Einmündung der Talgdrüsen sich findet, so dass jedes Haar eigene Talgdrüsen besitzt. Es ist also in diesen Fällen an voll vegetirenden Haaren ein relativ kurzer Abschnitt, der sozusagen einen gemeinschaftlichen Ausführungsgang darstellt. Sind die Haare ausgestossen und die Bälge zusammengefallen und verkürzt, so erhält man dann den Eindruck, es handle sich um einen Haarbalg, der von seinem Grunde Sprossen aussendet, doch hat mich eine genauere Untersuchung niemals im Zweifel gelassen, dass die Haarbälge mit mehreren papillentragenden Fortsätzen meiner Auffassung entsprechend, zu erklären sind. Ist ein Haar abgestossen, während das andere vegetirt, dann resultirt ein Bild, als ob ein Haarbalg in der Gegend der Talg-

[1] Mikroskopische Anatomie.

[2] Sitzb. d. k. Akad. in Wien. Bd. 59. Abth. I.

[3] Marburger Sitzungsber. Juni 1876.

drüsen seitlich einen Fortsatz ausgetrieben hätte. Es lassen sich also auch diese scheinbar eklatant für die Neubildung von Haaren unabhängig von alten Papillen sprechenden Fälle leicht durch den von mir vertheidigten Modus des Haarwechsels erklären, ohne neben diesem noch eine besondere Art der Haarneubildung anzunehmen. [1]

Schliesslich möchte ich noch auf einige, den Haarwechsel in der Kopfhaut des Menschen betreffende Punkte aufmerksam machen. Untersucht man Flächenschnitte, so überzeugt man sich leicht, dass niemals alle Haare einer Haargruppe (eines Haarkreises) sich in demselben Entwicklungsstadium befinden. Hat man den Schnitt durch die Region der Körper der Talgdrüsen geführt, welche nach den früheren Erörterungen (vergl. auch den Längsschnitt, Fig. 18) am geeignetsten sein muss, um die verschiedenen Vegetationszustände der Haarbälge am Querschnitte zu übersehen, so wird man immer nur zwei bis drei Haare in voller Vegetation antreffen. Daneben findet sich stets entweder ein Haarkolben, oder ein sehr dünnes Haar, oder endlich ein zusammengefallener Balg, oder zwei dieser Dinge oder alle drei nebeneinander. Ob der Querschnitt der dünnen Haare von einem jungen oder von einem durch Senescenz schwach entwickelten Haare herrührt, kann man nicht entscheiden.

Die Zahl der Haare, respective Haarbälge in einem Haarkreise ist nicht constant. Genauere Zahlenangaben über diesen Punkt zu machen, reicht das von mir untersuchte Material nicht hin, doch will ich erwähnen, dass bei einigen Individuen durchschnittlich nur drei bis vier Haare eine Gruppe bildeten, während bei anderen sich vier bis sechs fanden. Die erwähnten Ungleichheiten des Vegetationszustandes in den Haaren eines Kreises vermisste ich jedoch nie, so dass ich schon auf die Untersuchung von sechs Hautstücken der Scheitelgegend verschiedener Individuen hin, die Behauptung wage, dass die Haare eines Kreises stets ungleichzeitig wechseln und sich neu bilden. Dies stimmt mit den Erfahrungen überein, welche Pincus über den Verlauf chronischer Haarkrankheiten gemacht hat.

---

[1] So ist wohl auch der angeblich neu gebildete Epithelkolben in Unna's Fig. 13 (l. c. Taf. XXXI) zu erklären, an welchem, wenn auch undeutlich, ein Haarstengel, mithin ein alter Balg, zu erkennen ist.

Eine andere Frage ist es nun, ob alle Haare eines Kreises bestimmt sind, Haare von derselben typischen Länge und Dicke zu erzeugen, oder ob hierin die Haare eines Kreises differiren. Pincus[1] hat bei seinen Untersuchungen des täglichen Haarausfalles gefunden, dass ein Theil der ausfallenden Haare (25%) einer 35jährigen Frau beträchtlich kurz (unter 6 Zoll) war. Pincus gibt nun an, dass ein Theil dieser Haare augenscheinlich von der Peripherie des Haarwuchses herrühre, wo die Haare an Länge abnehmen, ein Theil jedoch stamme vom centralen Theile des Haarwuchses. In der Alternative, ob diese letzteren Haare schon ursprünglich kurz veranlagt sind, oder ob das ursprüngliche auf eine grössere Länge veranlagte Wachsthum nur modificirt wird, erklärt Pincus das letztere für wahrscheinlicher. Die mikroskopische Untersuchung von Hautschnitten, kann diese Frage nur indirect berühren. Es ist nämlich anzunehmen, dass bezüglich ihrer typischen Länge verschiedene Haare, auch in Bezug auf den Standort ihrer Papille Verschiedenheiten zeigen würden. Haarbälge, die keine Spur eines Haarstengels aufweisen, an welchen also die äussere Haarbalgscheide bogenförmig um das Haartaschengewölbe geht, müssen als solche angesehen werden, deren Papille diejenige Lage einnimmt, welche dem in voller Vegetation befindlichen Haare zukommt. Solche Haarbälge nun findet man stets nur im subcutanen Fette und zwar so ziemlich in derselben Tiefe. Ausserdem finden sich freilich Haarpapillen mit Haaren in allen Tiefen der Haut bis zur Region der Talgdrüsen herauf, dieselben lassen aber, wo eine genauere Untersuchung möglich ist, stets durch die Anwesenheit eines Haarstengels erkennen, dass sie nicht an dem Platze stehen, den sie im Maximum der Vegetation einnehmen. So möchte ich denn glauben, dass alle Haarbälge eines Haarkreises für eine nahezu gleiche Ausbildung bestimmt sind und dies scheint mir auch indirect für die Annahme von Pincus günstig, dass alle Haare ursprünglich für dieselbe typische Länge bestimmt sind. Mehr lässt sich nicht sagen, weil bekanntlich die Länge der Haarbälge im Allgemeinen zwar in einer

[1] Archiv für Anatomie und Physiologie. 1871.

bestimmten Beziehung zur Dicke der Haare, nicht aber zu deren Länge steht.

Eine andere Frage ist noch die, ob beim Haarwechsel das neugebildete Haar stets wieder in die ursprüngliche Tiefe rückt. Dies scheint eben nur bei jungen Individuen mit kräftigem Haarwuchse der Fall zu sein. Ich fand nämlich bei älteren Individuen zwischen 40 und 60 Jahren stets neben Kolbenhaaren mit normal dickem Haarschafte auch einzelne solche mit sehr dünnem Haarschafte, aber in einem Balge mit Haarstengel. Andererseits konnte ich aber niemals so dünne vegetirende Haare finden, deren Papille in der normalen Tiefe sich befand. Ich schliesse daraus, dass es bei Bildung dieser dünnen Haare um eine unkräftige Vegetation sich handle, die nicht im Stande ist, die Papille in ihre ursprüngliche Tiefe zurückzudrängen. Nur in einem einzigen Falle, bei einem 22jährigen Individuum vermisste ich dünne Kolbenhaare gänzlich, alle zeigten Schäfte von normaler Dicke und halte ich daher auch die früher erwähnten dünnen Kolbenhaare als bedingt durch Senescenz der Haarbälge.

Erklärung der Tafeln.

Sämmtliche Figuren mit Ausnahme der Fig. 3 u. 4, sind nach Schnittpräparaten gezeichnet. Die Objecte waren längere Zeit in Müller'scher Flüssigkeit, dann nachträglich noch mit Alkohol erhärtet. Die Schnitte wurden mit Blauholzextrakt tingirt. Die Zellkerne sind nur dort dargestellt, wo dies ohne Beeinträchtigung der Klarheit der Zeichnung möglich, oder aus besonderen Gründen nothwendig war.

Tafel I.

Fig. 1. Längsschnitt der Haarwurzel einer Cilie. *A* Gegend der Talgdrüsen, *B* Papillentheil des Haares. Die mittlere Region des Haarbalges zwischen *A* und *B* ist aus der Zeichnung weggelassen. *a*. Haar, a_1 Fasersubstanz, a_2 Oberhäutchen desselben. *b*. Innere Wurzelscheide, b_1 Oberhäutchen, b_2 Huxley'sche — b_3 Henle'sche Schicht derselben. b' oberes Ende der inneren Wurzelscheide, *c* äussere Wurzelscheide. Vergr. 180.

Fig. 2. Cilie aus demselben Augenlide, wie Fig. 1. Mit nach abwärts umgeschlagenen Oberhäutchen. Die Zeichnung ist nur links vollständig ausgeführt. Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 1. Weiteres im Texte Seite 21. Vergr. 180.

Fig. 3. Isolirte Henle'sche Schicht der inneren Wurzelscheide von einem Tasthaare des Kaninchens. Frisch mit Picrocarmin behandelt. *a*. Glashelle Zellen und Lücken zwischen denselben. *b*. Stelle, wo am Längsschnitte die Henle'sche Schicht nach unten plötzlich aufzuhören scheint. *c*. Grobkörnige Zellen, welche in die hellen Zellen nach oben übergehen. *d*. Sechseckige körnige Zellen gegen den Grund des Haarbalges.

Fig. 4. Übergang der grobkörnigen Zellen der Huxley'schen Schicht der inn. Wurzelscheide in helle Zellen. Isolationspräparat, wie Fig. 3. *a*. Helle, kernhaltige Spindelzellen. *b*. Grobkörnige Zellen.

Fig. 5—9. Querschnitte von Kopfhaaren aus verschiedenen Höhen der Haarbälge. *p*. Papille, *a* Haar, a_1 Fasersubstanz, a_2 Oberhäutchen desselben. *b*. Innere Wurzelscheide, b_1 Oberhäutchen, b_2 Huxley'sche, b_3 Henle'sche Schicht derselben. *c*. Äussere Wurzelscheide. c_1 Hornschicht, c_2 Schleimschicht derselben. Weiteres auf diese Abbildungen Bezügliches siehe S. 8.

Fig. 10 u. 11. Querschnitte durch die Wurzel einer Cilie. Fig. 10 durch die Papille, Fig. 11 durch das untere Drittel des Haarbalges. Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 5—9. Vergr. 180.

Tafel II.

Fig. 12. Cilie im Beginn der Ausstossung. *a*. Haar, *b* innere Wurzelscheide, b_2 Huxley'sche, b_3 Henle'sche Schicht derselben. b_4 Rest der noch nicht metamorphosirten inneren Wurzelscheide, welche zum hellen Theil des Haarkolbens wird? *c* Äussere Wurzelscheide, d_1 Glashaut, d_2 mittlere, d_3 äussere Haarbalgscheide, *p* Papille, *m* Haarmatrix, *k* Haarkolben. Vergr. 120.

Fig. 13. Cilie im Emporrücken begriffen. Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 12. Ausserdem h_1 äussere, h_2 innere Lage des Haarstengels Vergr. 120.

Fig. 14. Abgestossene Cilie im stark verkürzten Haarbalge. Innere Wurzelscheide umgeschlagen. Der Haarkolben *k* ist jetzt vollendet, er besteht aus einer inneren dunkeln (pigmentirten) Partie, welche dem Kolben *k* der Figuren 12 und 13 entspricht und aus einer äusseren, glashellen, zackigen Partie, welche muthmasslich aus den mit b_4 bezeichneten hellen Zellen der Figuren 12 und 13 hervorging. Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 12. Vergr. 120.

Fig. 15. Beginn der Haarbildung im alten Balge. Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 12—14, ausserdem: *b* innere Wurzelscheide, b_2 Huxley'sche. b_3 Henle'sche Schicht derselben, *m* Haarmatrix, die noch nicht productiv ist. Vergr. 120.

Fig. 16. Junges Haar. Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 12, ausserdem: a_2 Haaroberhäutchen, b_1 Wurzelscheidenoberhäutchen, *c'* alte äussere Wurzelscheide um den Haarkolben, welche von der Matrix der sich neubildenden äusseren Wurzelscheide *c* scharf getrennt erscheint. Vergr. 120.

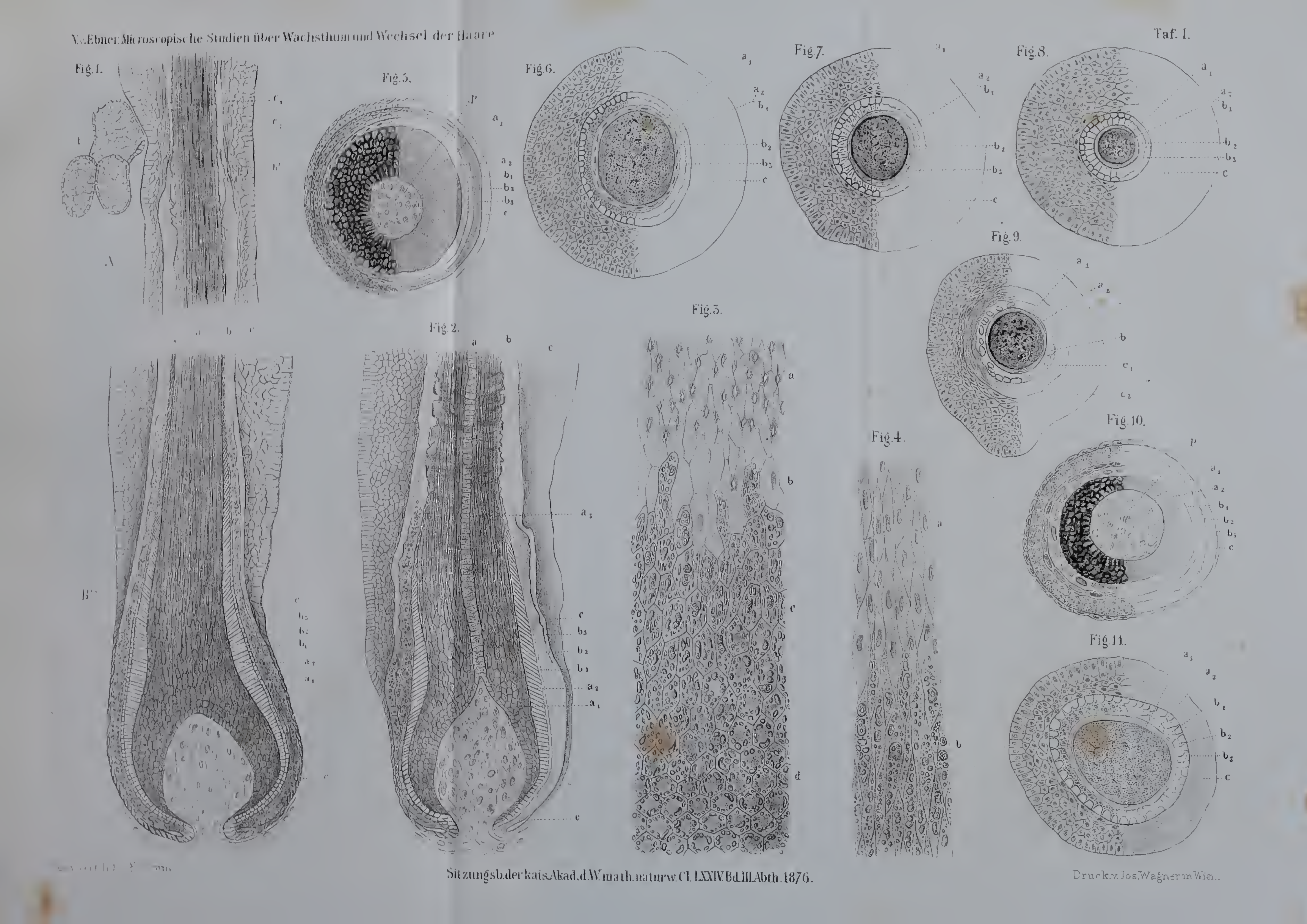
Fig 17. Haarlängsschnitte der Kopfhaut eines sechsmonatlichen Embryo, *a* Oberhaut, *b* Corium, *c* subcutanes Fett, *d* subcutanes Bindegewebe, *e* Arrector pili, *f* Talgdrüse, *g* Fortsatz der äusseren Wurzelscheide in die Insertion des Arrectors, *h* Schweissdrüse Vergr. 40.

Fig. 18. Aus der Kopfhaut eines 22jährigen Mannes. *a* Oberhaut, *b* Corium *c* subcutanes Fettgewebe mit Bindegewebsseptis *b'*. *d* äussere, *e* innere Wurzelscheide, *f* Haar, *g* Papille, *h* Haarstengel, *i* Arrector pili, *k* Talgdrüse, *l* Schweissdrüse, *l'* Ausführungsgang einer solchen. α Voll vegetirendes Haar, nur zum Theile sichtbar. β Junges Haar. γ Fertiger Haarkolben. δ Haar in voller Vegetation. ε Haar mit bereits stark verkürztem Haarbalg und fast fertigem Haarkolben. ζ Haar im Beginne der Ausstossung.

Zu dieser Zeichnung ist zu bemerken, dass nicht alle Haare, welche dargestellt sind, auf der der Zeichnung zu Grunde gelegten Stelle des Schnittes sich befanden. Die Zeichnung wurde vielmehr aus drei verschiedenen Stellen combinirt. Die Dimensionen der Einzelheiten sind aber genau mit der Camera copirt. Vergr. 25.

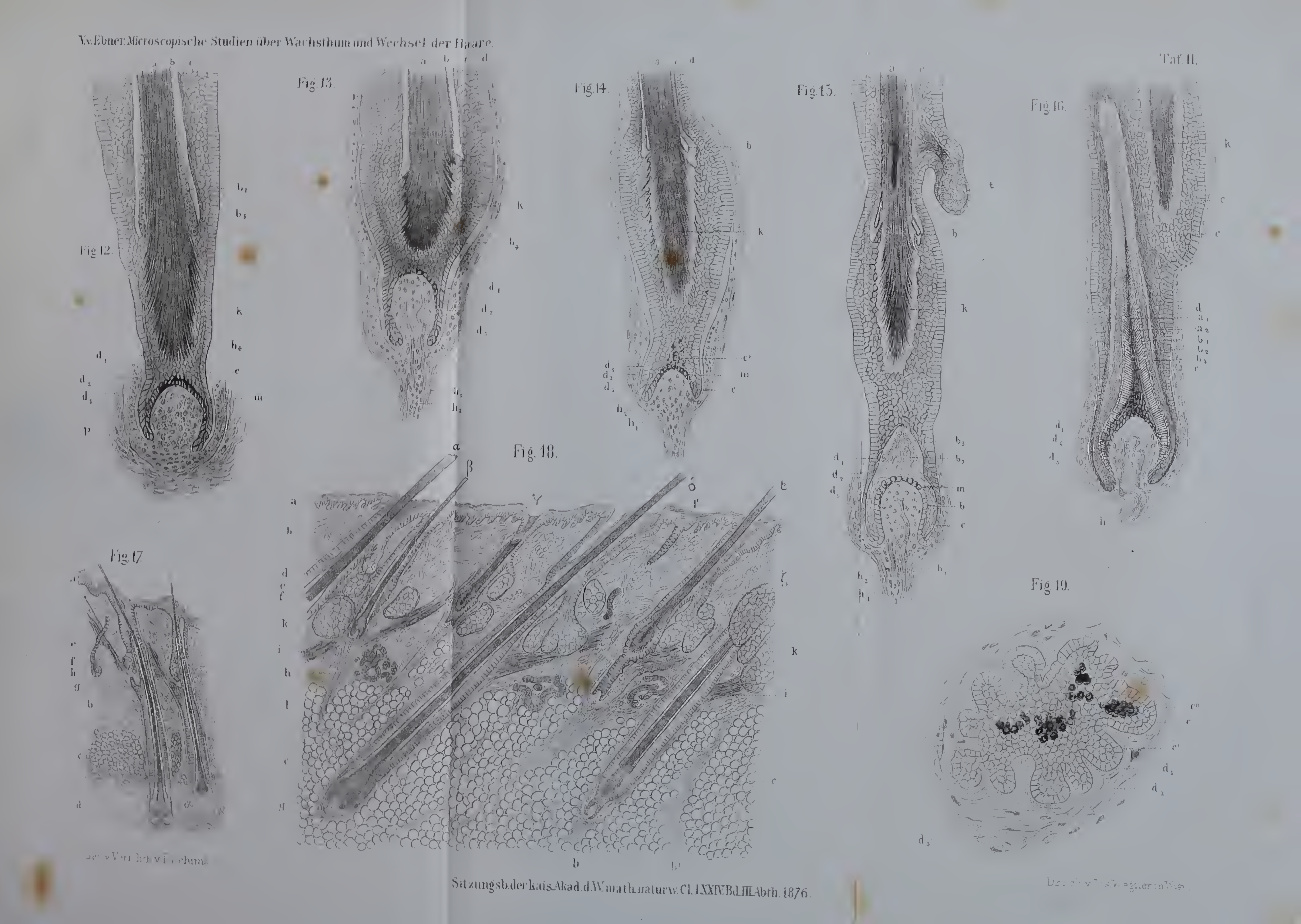
Fig. 19. Querschnitt durch einen zusammengefallenen Haarbalg der Kopfhaut. *c* Matrix der äusseren Wurzelscheide, *c″* Pigmentzellen von der theilweise sich abstossenden Haarmatrix stammend. d_1 Glashaut, d_2 mittlere, d_3 äussere Haarbalgscheide. Vergr. 200.

Aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei in Wien.



Druck v. Jos. Wagner in Wien.




Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.



